

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 01/ 01331	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/04/2001	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 04/04/2000
Anmelder TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

ZUSTANDSSTEUERUNG VON TECHNISCHEN SYSTEMEN

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. X

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

This Page Blank (uspto)

Feld III WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Verfahren zum Steuern von Mechanismen oder technischen Systemen, wobei die zu steuernden Mechanismen oder technischen Systeme in ihren Elementarfunktionen (8) mit deren befehlsgemäss definierten Zuständen und den zugehörigen Signalbildern der Sensoren (13) und Aktoren (12) in einer Steuerung gespeichert werden, ein den Zustand der Mechanismen oder des technischen Systems verändernder neuer Befehl mit seinem Start den Sollzustand (24) für den Vergleich aktualisiert und auf der Grundlage ebenfalls gespeicherter zulässiger Übergangszeiten die Zeit bis zur Rückmeldung des befehlsgemässen neuen Zustandes überwacht; und wobei Sensorsignale und vergleichbare Informationen ausschließlich der Zustandsidentifikation von Elementarfunktionen (8) dienen, Zustandsänderungen ausschließlich über den Start von Elementarbefehlen (16) erfolgen, denen die Sensor- und Aktor-Signale als Sollzustand zugeordnet sind und die auf logisch-funktionellem Sprachniveau frei definierten Nutzungsbefehle (32) durch entsprechende Zuordnung von Elementarbefehlen (16) definiert sind.

22

This Page Blank (uspto)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B19/042

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 37 43 438 A (SIEMENS AG) 29. Juni 1989 (1989-06-29) Spalte 1, Zeile 62 -Spalte 4, Zeile 30; Abbildungen 1,2 ---	1
X	DE 41 24 542 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 6. Februar 1992 (1992-02-06) Spalte 2, Zeile 43 -Spalte 5, Zeile 37; Abbildungen 1-5 ---	11
X	WO 94 12914 A (SIEMENS AG ;FILKORN THOMAS (DE); NOEKEL KLAUS (DE); PETERSEN HANS) 9. Juni 1994 (1994-06-09) Seite 9-32 --- -/--	16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. November 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tran-Tien, T

This Page Blank (uspto)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 13 801 A (SIEMENS AG) 17. Oktober 1996 (1996-10-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ----	1-17
A	DE 44 07 334 A (LANGE REINHARD DIPL ING) 14. September 1995 (1995-09-14) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ----	1-17
A	EP 0 487 117 A (LOVRENICH RODGER T) 27. Mai 1992 (1992-05-27) Zusammenfassung ----	1-17
A	EP 0 424 869 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD ;KOMATSU MFG CO LTD (JP)) 2. Mai 1991 (1991-05-02) Zusammenfassung ----	1-17
A	WO 98 40796 A (LIGGESMEYER PETER ;SIEMENS AG (DE)) 17. September 1998 (1998-09-17) Zusammenfassung -----	1-17

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01331

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3743438	A	29-06-1989	DE 3743438 A1	29-06-1989
DE 4124542	A	06-02-1992	JP 4081616 A	16-03-1992
			CA 2047439 A1	25-01-1992
			DE 4124542 A1	06-02-1992
			US 5587930 A	24-12-1996
WO 9412914	A	09-06-1994	AT 148798 T	15-02-1997
			WO 9412914 A1	09-06-1994
			DE 59305419 D1	20-03-1997
			EP 0671027 A1	13-09-1995
			MX 9307398 A1	29-07-1994
DE 19513801	A	17-10-1996	DE 19513801 A1	17-10-1996
			CN 1181822 A	13-05-1998
			WO 9632667 A1	17-10-1996
			DE 59601384 D1	08-04-1999
			EP 0820610 A1	28-01-1998
			JP 11503543 T	26-03-1999
			US 6047278 A	04-04-2000
DE 4407334	A	14-09-1995	DE 4407334 A1	14-09-1995
EP 0487117	A	27-05-1992	AU 592810 B2	25-01-1990
			AU 6008286 A	22-01-1987
			BR 8603413 A	04-03-1987
			CA 1305238 A1	14-07-1992
			CA 1281106 A2	05-03-1991
			EP 0208997 A1	21-01-1987
			EP 0497010 A2	05-08-1992
			EP 0487117 A2	27-05-1992
			ES 2001378 A6	16-05-1988
			JP 62024944 A	02-02-1987
			US 4858102 A	15-08-1989
			US 5189604 A	23-02-1993
			US 5157595 A	20-10-1992
			ZA 8605387 A	25-03-1987
EP 0424869	A	02-05-1991	JP 2110034 C	21-11-1996
			JP 3137518 A	12-06-1991
			JP 8020284 B	04-03-1996
			EP 0424869 A1	02-05-1991
WO 9840796	A	17-09-1998	WO 9840796 A1	17-09-1998
			EP 0966703 A1	29-12-1999

This Page Blank (uspto)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Oktober 2001 (11.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/75535 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G05B 19/00**

[DE/DE]; Dezernat 5, SG 5.1, Mommsenstrasse 13, 01069
Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01331

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2001 (03.04.2001)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MÖBIUS, Volker**
[DE/DE]; Grunaer Strasse 26/606, 01069 Dresden (DE).
GROSSMANN, Knut [DE/DE]; Voglerstrasse 23, 01277
Dresden (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 17 708.5 4. April 2000 (04.04.2000) DE

(74) Gemeinsamer Vertreter: **TECHNISCHE UNIVER-
SITÄT DRESDEN**; Sender, Frank, Dezernat 5, SG 5.1,
01062 Dresden (DE).

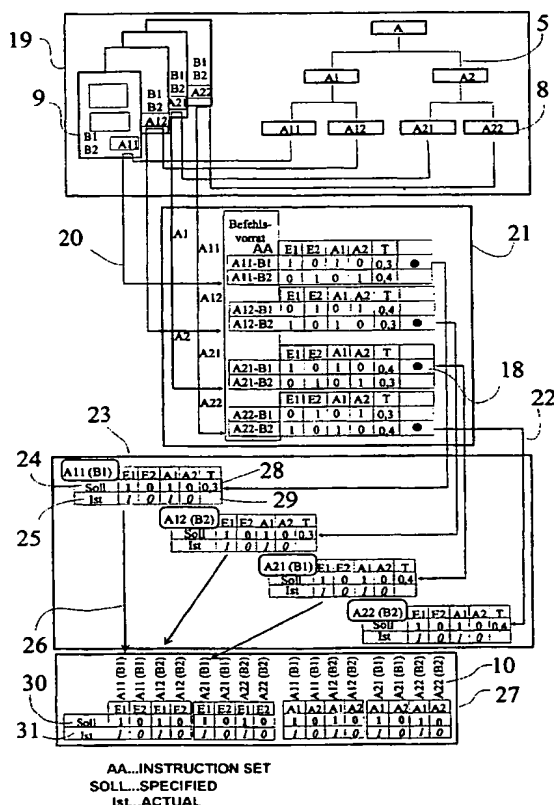
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN**

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, RU, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING MECHANISMS AND TECHNICAL SYSTEMS, A CORRESPONDING DEVICE
AND CONTROL SOFTWARE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STEuern VON MECHANISMEN UND TECHNISCHEN SYSTEMEN, EINRICHT-
UNG UND STEUERUNGSSOFTWARE



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling mechanisms or technical systems which is characterized in that: (a) the mechanisms or technical systems to be controlled are, in the elementary functions (8) thereof, stored in a controller with their states, which are defined in an instruction-appropriate manner, and with the associated signal formers of the sensors (13) and actuators (12), whereby starting from a defined reference state (18) at the onset of the activation of the controller, the actual states signalled by the technical system via the sensors (13) are continuously compared with the specified state (24) for all elementary functions, said specified state being stored in the controller, and, based on this comparison, every deviation from the instruction-appropriate specified state (24) is identified in the system to be controlled, and; (b) when initiated, a new instruction that changes the state of the mechanisms or of the technical system updates the specified state (24) for the comparison and, based on permissible transition times that are also stored, monitors the time till the acknowledgment of the instruction-appropriate new state, and; (c) sensor signals and comparable information exclusively serve the state identification of elementary functions (8), state changes exclusively ensue upon the initiation of elementary instructions (16) to which the sensor and actuator signals are assigned as the specified state, and the utilization instructions (32) freely defined at the logic-functional language level are defined by the corresponding assignment of elementary instructions (16). The invention also relates to a device for implementing said method and to a method for writing the control software.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern von Mechanismen oder technischen Systemen, dadurch gekennzeichnet, (a) dass die zu steuernden Mechanismen oder technischen Systeme in ihren Elementarfunktionen (8) mit deren befehlsgemäss definierten Zuständen und den zugehörigen Signalbildern der Sensoren (13) und Aktoren (12) in einer Steuerung gespeichert werden, wobei ausgehend von einem definierten Referenzzustand (18) zu Beginn der Steuerungsaktivierung ein ständiger Vergleich der von der technischen Anlage durch die Sensoren (13) gemeldeten Ist-Zustände mit dem in der Steuerung gespeicherten Sollzustand (24) für alle Elementarfunktionen erfolgt und damit jede Abweichung im zu steuernden System vom befehlsgemässen Sollzustand (24) erkannt wird; (b) ein den Zustand der Mechanismen oder des technischen Systems verändernder neuer Befehl mit seinem Start den Sollzustand (24) für den Vergleich aktualisiert und auf der Grundlage ebenfalls gespeicherter zulässiger Übergangszeiten die Zeit bis zur Rückmeldung des befehlsgemässen neuen Zustandes überwacht; (c) wobei Sensorsignale und vergleichbare Informationen ausschließlich der Zustandsidentifikation von Elementarfunktionen (8) dienen, Zustandsänderungen ausschließlich über den Start von Elementarbefehlen (16) erfolgen, denen die Sensor- und Aktor-Signale als Sollzustand zugeordnet sind und die auf logisch-funktionellem Sprachniveau frei definierten Nutzungsbefehle (32) durch entsprechende Zuordnung von Elementarbefehlen (16) definiert sind. Eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie ein Verfahren zur Erstellung der Steuerungssoftware sind beschrieben.



Verfahren zum Steuern von Mechanismen und technischen Systemen, Einrichtung und Steuerungssoftware

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern von Mechanismen und technischen Systemen sowie auf die dafür zu gestaltenden Einrichtungen einer elektronischen Steuerung und ein Verfahren zur Erstellung der Steuerungssoftware.

Aus der DE 44 07 334 A1 ist ein Verfahren zum Erstellen und Darstellen von Steuerungen bekannt, mit dem sich Steuerungen auf einfache Weise graphisch entwerfen lassen. Die gewünschte Funktion der Steuerung wird als ereignisgesteuertes Netzwerk von Symbolen mit frei wählbaren Verbindungen graphisch in einen Computer eingegeben oder von einem Computer dargestellt. Das Netzwerk in maschinenlesbarer Form umgewandelt kann von dem Computer oder einem separaten Steuerungsrechner als Steuerungsprogramm verwendet werden. Das Verfahren eignet sich für speicherprogrammierbare Steuerungen sowie DDC-Anlagen.

Aus der DE 195 13 801 A1 ist ein Verfahren zur automatischen Erzeugung einer Steuerung für einen Prozess bekannt, bei dem ein nicht deterministischer Automat, der alle physikalisch möglichen Verhaltensweisen der Steuerung beschreibt, festgelegt wird, bei dem die erlaubten Zustandsübergänge des von der Steuerung zu beeinflussenden Prozesses beschrieben werden, bei dem der Automat so eingestellt wird, dass er vorgegebene Sicherheitsbedingungen erfüllt, bei dem der Automat so eingestellt wird, dass er die Funktion des aus der Steuerung und Prozess bestehenden Systems erfüllt. Das Verfahren macht von der Programmiersprache CSLxt Gebrauch, um die Komponenten der Spezifikation des Systems zu beschreiben. Für die Spezifikation des Prozessmodells werden nicht die Zustandsübergänge detailliert beschrieben, sondern sogenannte vordefinierte qualitative Constraints verwendet, die zur automatischen Generierung der Steuerung dienen.

Nachteilig ist, dass die Beschreibung von Zustandsübergängen auf einem höheren Sprachniveau fehlerhaft sein kann, und eine nachträgliche Korrektur der Steuerung nicht ohne weiteres möglich ist.

Darüber hinaus sind

Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS

Hardware-SPS

Software-SPS

Programmiersysteme und Programmiersprachen

Simatic S7

Programmierung nach IEC 1131-3 Norm

Standardprogrammiersprachen: Kontaktplan, Funktionsplan, AWL, Structured Text
bekannt.

Nachteilig bei dem Stand der Technik ist, dass im Prinzip mit Boolescher Algebra Bedingungen aus Eingängen (Sensoren) für das Setzen von Ausgängen (Aktoren) formuliert werden, die ständig zyklisch neu durchgerechnet werden. Dieser Programmieransatz ist historisch entstanden. Beleg oder Indiz für diesen Zustand ist die Tatsache, dass nach der allgemein akzeptierten Norm der „Kontaktplan“ noch als Programmiersprache verwendet werden kann.

Trotz aller CAE-Unterstützung durch Grafikoberflächen und Hochsprachen bleiben prinzipbedingte Grundmängel, wie die Unübersichtlichkeit des Programms und dessen individuelle Prägung vom Programmierer, nie vollständige Prüfbarkeit des Programms in seiner Funktionalität, da das Ergebnis der zyklischen Berechnungen von kombinatorischen und zeitlichen Zufälligkeiten beeinflusst werden kann und die schwierige Gestaltung von differenzierten Fehlerreaktionen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Steuerung für Mechanismen oder technische Systeme anzugeben, die die Steuerungsaufgabe ohne den Einsatz Boolescher-Algebra-Bedingungen löst, wobei ein übersichtliches Programm, frei von individueller Prägung und mit vollständiger Prüfbarkeit vorliegen soll.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruchs 1 genannten Merkmalen gelöst. Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zur Erstellung einer Steuerungssoftware mit den im Anspruch 11 und durch eine Einrichtung mit den im Anspruch 16 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand zugehöriger Unteransprüche.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass abgeleitet von der Funktionalität des zu steuernden Mechanismus oder technischen Systems, insbesondere mit dessen Entwicklung, mit technischen Mitteln die Funktionalität der zu steuernden Einrichtung in einem als Steuerung gestalteten Steuerungscomputer als ein vollständiges Abbild des befehlsgemäßen Sollzustand des Systems abgelegt, verwaltet und aktualisiert wird und ein Vergleich dieses Sollzustandes über die gemeldeten Sensorsignale mit dem Ist-Zustand der technischen Einrichtung erfolgt. Dieser Soll-Ist-Vergleich erfolgt ständig für alle Sensorsignale des zu steuernden Systems. Bei Abweichungen des Ist-Zustandes zum Sollzustand werden vorbereitete Algorithmen abgearbeitet und ebenso vorbereitete zweckmäßige Entscheidungen aktiviert. Jedes Sensorsignal wird damit nur mit genau einem Sollsignal verglichen und dieser Vergleich dient ausschließlich der Zustandsidentifikation des technischen Systems. Zustandsänderungen erfolgen ausschließlich über Befehle auf sprachlich-funktionellem Niveau. Diese Befehle werden in einem besonderen Bereich der Steuerung verwaltet, bei Start eines Befehls wird der Sollzustand im Abbild aktualisiert und die dem Befehl entsprechende Änderung des Ist-Zustandes des technischen Systems innerhalb einer vorgegebenen Zeit kontrolliert.

Die zu steuernden Einrichtungen sind in ihren Elementarfunktionen mit deren befehlsgemäß definierten Zuständen und den zugehörigen Signalbildern der Sensoren und Aktoren in der Steuerung gespeichert, wobei ausgehend von einem definierten Referenzzustand zu Beginn der Steuerungsaktivierung ein ständiger Vergleich der von der technischen Anlage durch die Sensoren gemeldeten Ist-Zustände mit dem in der Steuerung gespeicherten Sollzustand für alle Elementarfunktionen erfolgt und damit jede Abweichung im zu steuernden System vom befehlsgemäßen Sollzustand erkannt wird, wobei ein den Zustand des technischen Systems verändernder neuer Befehl mit seinem Start den Sollzustand für den Vergleich aktualisiert und auf der Grundlage ebenfalls gespeicherter zulässiger Übergangszeiten die Zeit bis zur Rückmeldung des befehlsgemäßen neuen Zustandes überwacht, wobei Sensorsignale und vergleichbare Informationen ausschließlich der Zustandsidentifikation dienen und Zustandsänderungen ausschließlich über den Start von dafür auf logisch-funktionellem Sprachniveau frei definierten Befehlen erfolgt, denen die mit Sensor- und Aktor-Signalen definierten Elementarbefehle zugeordnet sind.

Vorteilhaft werden in einem als EF-Controller bezeichneten Programmbaustein die Zustände aller Elementarfunktionen als aktueller Sollzustand mit den zugehörigen Aktoren und Sensoren geführt

und damit jede über die Sensoren erkannte Zustandsänderung des technischen Systems auf Übereinstimmung mit dem in der Steuerung geführten Sollzustand bewertet.

Ein nicht dem Soll entsprechender Zustand einer Elementarfunktion des zustandsbeschreibenden Signalbildes wird vorteilhaft an einen als „Nichtsollbewerter“ bezeichneten Programmbaustein übergeben, in dem für ausgewählte Zustände von Elementarfunktionen Reaktionsbefehle gespeichert sind, die bei Übereinstimmung mit dem zur Prüfung übergebenen Zustand gestartet werden, wobei in allen Fällen differenzierte Fehlermeldungen erzeugt werden.

Einem Befehl als Befehlssatz werden sowohl die neuen Sollzustände der Sensoren und Aktoren, die Übergangszeiten zum neuen Sollzustand als auch die bei Abweichungen zu startenden Reaktionsbefehle, jeweils unterschieden in vor dem Start und nach erfolgter Ausführung zu löschende und zu setzende Reaktionsbefehle auf ausgewählte Zustandsmeldungen zugeordnet, wobei vorteilhaft ein als „Befehlsaufbereiter“ bezeichneter Programmbaustein die dafür erforderliche Organisation im System übernimmt und in diesem Programmbaustein auch die Freigabe eines nächsten Befehls bei Befehlsfolgen nach Erfüllungsmeldung des vorhergehenden sowie die Organisation von Parallelbefehlen durch je nach Bedarf temporäres Eröffnen von parallelen Abarbeitsfolgen realisiert wird.

Vorteilhaft werden dem organisierten Steuerungssystem Sensorsignale und weitere zu kontrollierende Informationen in einem hier als „Zustandsüberwacher“ bezeichneten Programmbaustein zu einem lückenlosen Datenwort zusammengezogen, wobei den Signalen die Adresse der zugehörigen Elementarfunktion im EF-Controller zugeordnet bleibt und für den Vergleich jedem Sollsignal das Ist-Signal in gleicher Struktur gegenübersteht, was einen programmtechnisch sehr effektiven Soll-Ist-Vergleich ermöglicht, wobei eine aufgetretene Abweichung eines Signals nach der Übergabe zur Auswertung als neuer Vergleichszustand eingetragen wird und damit ein Vergleich immer zum letzten ausgewerteten Zustand erfolgt und jede Zustandsänderung damit nur einmal ausgewertet wird, wobei der Vergleich der Soll-Ist-Signale gerichtet erfolgt und nach einer Unterbrechung für die Auswertung einer Abweichung der Vergleich bei dem der Unterbrechungsstelle folgenden Signal fortgesetzt wird, wodurch gesichert ist, dass jede zeitlich hinreichend lange Zustandsänderung erfasst und ausgewertet werden kann.

Bei einem so organisierten Steuerungssystem wird jede im Programmbaustein Zustandsüberwacher erfasste Zustandsänderung in einem Ereignis-Zeit-Protokoll gespeichert, wodurch auf ein-

fachstem Weg damit beschriebene Prozessparameter zugänglich werden, damit auch beispielsweise Signalschwingungen erkannt und gegebenenfalls ausgefiltert werden können.

Die den Echtzeitforderungen unterliegenden Programmbausteine Befehlsaufbereiter, EF-Controller, Zustandsüberwacher und Nichtsollbewerter werden vorteilhaft zu einer Funktionseinheit zusammengefasst, die als „Ausführungsrechner“ bezeichnet wird, wozu ein spezieller Prozessor eingesetzt wird, während die nur auf logisch-funktionellem Sprachniveau formulierten Befehle der eigentlichen Nutzungsprogramme in einer zweiten, nicht Echtzeitforderungen unterliegenden Funktionseinheit, die als „Befehlsrechner“ bezeichnet wird, organisiert werden, wobei der Befehlsrechner zweckmäßigerweise bei größerem und variablen Befehlsumfang über einen eigenen Prozessor verfügt und hier auch die Kommunikation komfortabel gestaltet werden kann.

Vom Befehlsrechner an den Ausführungsrechner übergebene Befehle werden dort vorteilhaft ohne Prüfung ausgeführt, wobei der Ausführungsrechner jeweils die auszuführende Aktion autark realisiert. Deshalb werden im Befehlsrechner auf logisch-funktionellen Befehlsniveau zu den sich abschließenden Zuständen Sperrenverzeichnisse geführt und verwaltet, die den prozess- und maschinenseitig determinierten Anteil von Verriegelungen übernehmen, wobei hier im Befehlsrechner mit einem Nutzungs-Prozessbefehl außer den Informationen, welche Befehle dem Ausführungsrechner zu übergeben sind, auch festgelegt wird, für welche anderen Nutzungsbefehle Sperren während oder nach der Ausführung zu setzen oder aufzuheben sind.

Der Ausführungsrechner kann einen erhaltenen Befehl autark ausführen, wobei der Befehlsrechner dem Ausführungsrechner den nächstfolgenden geprüften Befehl in einem Befehlspuffer als Zwischenspeicher bereitstellt und nach dem Bereitstellen den Zustand im Befehlsrechner auf den Stand aktualisiert, der nach der Ausführung dieses bereitgestellten Befehls eintreten wird und damit eine Prüfung des nachfolgenden Befehls im Befehlsrechner bereits während Befehlsausführung des vorhergehenden Befehls im Ausführungsrechner erfolgt und damit in der Regel ein schnellerer Programmablauf realisiert werden kann. Nicht verträgliche Befehle werden bereits im Befehlsrechner als nicht zulässig erkannt und ausgewiesen und es erfolgt kein Start eines solchen Befehls. Ist der vorbereitete Befehl zulässig, tritt bei fehlerfreier Ausführung der für die Prüfung des Befehls im Befehlsrechner erwartete Zustand ein und der Ablauf wird fortgesetzt, während bei einem Fehler ein Rücksetzen auf den Zustand zum laufenden Befehl als Fehlerzustand vorgenommen wird.

Der Anwender dieser Steuerung wird bei der Erstellung eines Steuerungsprogramms vorteilhaft durch ein Entwicklungsprogramm dialoggeführt unterstützt, wobei die erste Beschreibung des zu steuernden Systems die Angabe der hierarchischen Funktionsstruktur des Systems verlangt, das jeweils untere Ende dieser Struktur als Elementarfunktion betrachtet wird und jede Elementarfunktion ebenfalls im Dialog in ihren Befehlszuständen zu definieren ist und diesen definierten Befehlen die Sensorsignale, die Aktoren, die Kontrollzeiten für den Übergang zwischen den befehlsgemäßen Zuständen und ein Referenzzustand für den Beginn zuzuordnen sind, gleichermaßen die Definition der Einbindung komplexerer Teilsysteme erfolgen kann, wobei der Anwender des Steuerungssystems nur die hier genannten primären Angaben macht und das Steuerungs-Entwicklungsprogramm daraus den System-Elementarfunktionsspeicher, den EF-Controller und den Signal-Vektor für den Zustandsüberwacher generiert und damit das technische System bereits inbetriebgenommen, auf fehlerfreie Signaldefinition im Referenzzustand überprüft, mit den definierten Elementarfunktionen gesteuert und soweit zulässig in Einzelbefehlen getestet und geprüft werden kann.

Für ein solches dialoggestütztes System werden die Nutzungsbefehle vorteilhaft derart erarbeitet, indem in einer Befehlsbibliothek prozessnah zu definierenden Nutzungsbefehlen aus den vorher definierten Elementarbefehlen solche einzeln, parallel oder als Folge zugeordnet werden, dazu die Sperrbedingungen auf Befehlsniveau im Befehlsrechner und für den an den Ausführungsrechner zu übergebenden Befehlssatz auch die in den Nichtsollbewerter einzutragenden Reaktionsbefehle auf ausgewählte Abweichungen, verbunden mit geeigneten Fehlermeldungen, festgelegt werden.

Für ein so aufgebautes Steuerungssystem bleiben Änderungen an Elementarfunktionen lokal begrenzt. Es können jederzeit und ebenfalls mit überschaubarer lokaler Wirkung neue Nutzungsbefehle, Sperrbedingungen oder Fehlerreaktionen erweitert oder geändert werden oder ohne jede Rückwirkung auf schon definierte Programme, dazu unterschieden durch die Vergabe von Statusinformationen für das System, eine neue Zuordnung von Befehlen und Befehlsbedingungen erfolgen.

Jedes so erstellte Programm ist in seiner logisch-funktionellen Struktur vollständig prüfbar. Über das Ereignis-Zeit-Protokoll werden wichtige zusätzliche Prozessinformationen zugänglich, zu jeder Störung ist ohne zusätzliche Maßnahmen stets eine eindeutige Ursache diagnostiziert, der Systemzustand kann zu jeder Zeit vollständig und definiert ausgewiesen werden, eine gleichermaßen zum Zustand des zu steuernden Systems aussagefähige Kopie kann an einem zur Anlage ver-

netzten externen Steuerungscomputer geführt werden, die Elementarfunktionen und die definierten Befehle können direkt als funktionelle Basis für eine Visualisierung der zu steuernden Systeme und Prozesse dienen und in einfacher Weise kann die Kommunikation des Steuerprogramms mit anderen intelligenten Programmmodulen, wie beispielsweise Simulationen zur Prozessoptimierung, organisiert werden.

Für Kleinststeuerungen mit einem begrenzten Befehlsumfang können bei grundsätzlich gleichem Aufbau und gleicher Arbeitsweise der Steuerung in einem Steuerungs-Hardwarebaustein die Module des Ausführungsrechners und des Befehlsrechners mit festen Befehlssätzen eingebracht werden, die mit einfachen Bedienelementen aufgerufen werden, wobei über eine geeignete Schnittstelle ein externer Computer angekoppelt werden kann, womit das Einbringen der Steuerungssoftware und im Bedarfsfall auch eine komfortable Kommunikation und Diagnose realisierbar sind und damit vergleichbare Steuerungseigenschaften und vergleichbarer Komfort bei geringen Kosten erreicht werden.

Die erfindungsgemäße Lösung vermeidet die Mängel nach dem Stand der Technik durch einen bisher unüblichen Programmieransatz, der von der gestalteten und damit eingprägten Funktionalität des Systems Gebrauch macht. Eine Signalverknüpfung mit Boolescher Algebra in Bedingungsgleichungen für das Setzen von Ausgängen wird vollständig durch neue Mittel ersetzt.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Darstellung einer grundlegenden Gliederung der Aufgabenbereiche in der Struktur der Steuerung
- Fig. 2 eine hierarchisch gegliederte Funktionsstruktur eines technischen Systems
- Fig. 3 für die Elementarfunktionen festzulegende Informationen an einem allgemeinen Beispiel
- Fig. 4 eine einfache technische Anlage in schematischer Darstellung
- Fig. 5 eine der Fig. 4 entsprechende Funktionsstruktur
- Fig. 6 eine der Fig. 4 entsprechende Definition der Elementarbefehle
- Fig. 7 eine Darstellung von Eingabe und Aufbau eines Datengerüsts zur Realisierung der Steuerung

- Fig. 8 einen Aufbau eines Ausführungsrechners
- Fig. 9 einen Inhalt eines Befehls als Befehlssatz für den Befehlspuffer
- Fig. 10 eine Darstellung der Arbeitsweise eines Befehlsstarters
- Fig. 11 eine Darstellung der Arbeitsweise eines EF-Controllers
- Fig. 12 eine Darstellung der Arbeitsweise eines Nichtsoll-Bewerters
- Fig. 13 eine Darstellung der Arbeitsweise eines Zustandsüberwachers
- Fig. 14 einen Aufbau eines Ereignis-Zeit-Protokolls
- Fig. 15 ein Beispiel einer Bildungsgrundlage formaler Befehlsnamen
- Fig. 16 ein Beispiel für das Definieren von Nutzungsbefehlen
- Fig. 17 ein Beispiel eines in einer Steuerung geführten Sperrenverzeichnisses
- Fig. 18 ein Beispiel zur Festlegung von Fehlerbefehlen
- Fig. 19 ein Beispiel einer Steuerung mit komplexeren Aufgaben
- Fig. 20 eine Struktur und Namensdefinition nach Fig. 19
- Fig. 21 alle Angaben für eine Befehlsbibliothek eines Befehlsrechner nach Fig. 19 und 20
- Fig. 22 Merkmale einer Ausführung als Kleinststeuerung

Fig. 1 zeigt die grundlegende Gliederung der Aufgabenbereiche in der Struktur 1 der neuen Steuerung. Dem Ausführungsrechner 2 sind die zeitkritischen Aufgaben Soll-Ist-Vergleich, Reaktionen auf Abweichungen des Ist- zum Soll-Zustand und der befehlsgemäße Aufruf von zustandsändernden Aktoren zugeordnet. Vom Befehlsrechner 3 erhaltene Befehle werden vom Ausführungsrechner 2 ohne Prüfung umgesetzt, wobei die Ausführung eines Befehls und die Reaktion auf Abweichungen des Soll-Ist-Zustandes autark vom Ausführungsrechner 2 realisiert werden. Es ist zweckmäßig bzw. für kürzeste Reaktionszeiten der Steuerung bei komplexeren Systemen zwingend, dem Ausführungsrechner 2 eine eigene Hardware mit einem eigenen Prozessor zuzuordnen.

Im Befehlsrechner 3 werden alle Steuerungsoperationen auf logisch-funktionellem Niveau verwaltet. Hier werden aus geräteorientierten Elementarbefehlen prozessnahe Nutzungsbefehle als

Einzelbefehle, als parallele oder serielle Befehlsfolgen definiert, abgelegt und aufgerufen. Hier erfolgt auch auf logischem Befehlsniveau die Verwaltung von Sperren für sich gegenseitig ausschließende Zustände als Alternative zu bisherigen Verriegelungen und Bedingungsformulierungen über Boolesche Signalverknüpfungen. Dem Anwendungsrechner 4 obliegen in diesem Steuerungskonzept alle Aufgaben, die nicht dem Ausführungs- oder dem Befehlsrechner zugeordnet sind. Das betrifft vor allem prozessnahe Probleme, wie sie beispielsweise im Bereich der Werkstückprogrammierung einer CNC-Steuerung vorliegen.

Die Steuerung kann dabei für unterschiedlichen Umfang und unterschiedliche Aufgabenkomplexität angemessen konfiguriert werden, wobei für alle Konfigurationen gleiche Prinzipien im Entwicklungssystem gelten. Bei sehr geringem Umfang an Befehlen kann der Anteil des Befehlsrechners 3 dem Ausführungsrechner 2 als Softwarebereich zugeordnet sein. Bei heute typischen SPS-Aufgaben kämen Ausführungs- und Befehlsrechner mit eigenen Prozessoren zur Anwendung, wobei die Systembedienung sowohl über Bedien- und Signalelemente bis zur Monitorausstattung erfolgen kann. In allen Ausführungen ist es darüber hinaus möglich, über eine einfach zu gestaltende Schnittstelle ein komfortables Kommunikationssystem - beispielsweise einen transportablen Computer - anzukoppeln und damit Programmierung und Inbetriebnahme oder Diagnose im Fehlerfall auszuführen.

Fig. 2 zeigt beispielhaft die hierarchisch gegliederte Funktionsstruktur 5 eines technischen Systems. Es ist entwicklungsmethodisch begründet, dass eine solche Systemstruktur von der Funktionseinheit für das Gesamtsystem 6 über unterschiedliche Funktionseinheiten der Teilsysteme 7 bis zu den Funktionseinheiten Elementarfunktionen 8 spezifisch für jedes technische System aufgestellt werden kann. Die Endzweige dieser Baumstruktur stellen im Sinne der neuen Steuerung Elementarfunktionen dar, die dadurch charakterisiert sind, dass diese Funktionseinheiten unterschiedliche Zustände einnehmen können und sich nicht zweckmäßig weiter untergliedern lassen, deren steuerungsseitig interessierende Funktionszustände also nicht mehr eine Repräsentation kombinierter Zustände anderer elementarer und zu steuernder Funktionsgruppen sind, wie es für übergeordnete nicht elementare Funktionseinheiten 6 und 7 in der Struktur charakteristisch ist. Entscheidend ist dabei die Stellung im zu steuernden System, so dass auch ein durch wenige elementare Befehle eingebundenes intelligentes Teilsystem als Elementarfunktion eingeordnet wird.

Fig. 3 beschreibt an einem allgemeinen Beispiel die für Elementarfunktionen festzulegenden Informationen in einem „Datenblatt zu Elementarfunktionen“ **9**. In **10** wird der Name für die Elementarfunktion festgelegt, der diese Elementarfunktion identifiziert. Zweckmäßigerweise zeigt eine Funktionsskizze **11** die Merkmale der Zustände der Elementarfunktion mit der Zuordnung von Aktoren **12** und Sensoren **13**. In dem gekennzeichneten Bereich für die Zustandsdefinitionen **14** werden die für die Steuerung notwendigen Informationen datenverarbeitungsgerecht systematisiert und definiert. Die Zustandsdefinitionen **14** zeigen die Zustände, die die Elementarfunktion einnehmen kann und die Definition der den Zuständen zugeordneten Signalvektoren **15** für die Aktoren **12** und Sensoren **13**. Gleichmaßen werden hier die Befehle **16** definiert, die einen Übergang in einen bestimmten Zustand auslösen. Für jeden dieser Übergänge wird eine Kontrollzeit **17** vorgegeben, die in der Regel ein mehrfaches der wahrscheinlichen Funktionszeit sein kann und nur für das Erkennen von Ausführungsfehlern bei Nichterreichen des befohlenen Zustandes verwendet wird. Mit der Markierung wird von den möglichen Zuständen **einer** als Referenzzustand **18** festgelegt.

Fig. 4 zeigt eine einfache technische Anlage, für die in **Fig. 5** die Funktionsstruktur und in **Fig. 6** die Definition der Elementarbefehle dargestellt sind.

Die hier beschriebene hierarchische Funktionsstruktur und die Definition der zugehörigen Elementarfunktionen sind vom Wesen her primäre Entwicklungsinhalte, die mit nur geringem zusätzlichem Aufwand und bereits in einer relativ frühen Phase bei der Produktentwicklung dokumentiert werden können.

Fig. 7 zeigt Eingabe und Aufbau des Datengerüsts bei der Anwendung der neuen Steuerung. Die Editierebene **19** beinhaltet die beiden Hauptbestandteile hierarchische Funktionsstruktur **5** und die Datenblätter der Elementarfunktionen **9**. Jede Funktionseinheit Elementarfunktion **8** in der Struktur muss mit einem entsprechenden Datenblatt zu Elementarfunktionen **9** beschrieben sein. Diese Vollständigkeit der Angaben und deren formale Korrektheit wird in der Editierebene automatisch geprüft. Bei positivem Prüfergebnis und Bestätigung des Nutzers für den Abschluss der Systembeschreibung wird die Eingabe geschlossen und aus den vorliegenden Angaben die Datenbasis der Steuerung für das beschriebene System generiert. Als erster Schritt erfolgt das Generieren des Elementarfunktions-Speichers **20**. Dieser Elementarfunktions-Speicher **21** enthält alle Elementarbefehle des Systems, alle Systemzustände und die dazu festgelegten Informationen, wie

sie mit Fig. 3 beschrieben wurden. Die formalen Namen der Elementarfunktionen werden aus der Struktur abgeleitet, so dass Elementarfunktionen auch bei Verwendung eines gleichen Datenblattes einen unverwechselbaren Namen erhalten. Im zweiten Schritt erfolgt das Generieren des EF-Controllers 22. Dazu wird im EF-Controller 23 der Referenzzustand des Systems aus den festgelegten Referenzzuständen 18 aller Elementarfunktionen aufgebaut. Für den hier ebenfalls geführten Istzustand der Elementarfunktionen wird durch Doppeln der Datenstruktur des Soll-Zustandes der Elementarfunktionen 24 die Datenstruktur zum Speichern des Istzustandes der Elementarfunktionen 25 angelegt. Es wäre damit hier bereits möglich, beim Betreiben der Steuerung einen Vergleich zwischen dem Soll- und dem Ist-Zustand der Sensoren der Elementarfunktionen vorzunehmen. Größere Effektivität ermöglicht aber der mit 26 gekennzeichnete dritte Schritt zum Generieren des (ebenfalls später noch genauer beschriebenen) Zustandsüberwachers 27. Dabei werden aus den Soll-Signalvektoren der Elementarfunktionen 28 und gleichermaßen aus den Ist-Signalvektoren der Elementarfunktionen 29 der Sollsignalvektor des Systems 30 und der Istsignalvektor des Systems 31 gebildet. Jedem Sensor im System-Signalvektor bleibt seine Herkunftsadresse als Name der Elementarfunktion 10 im EF-Controller 23 zugeordnet.

Fig. 8 zeigt den Aufbau des Ausführungsrechners 2 und das Zusammenwirken mit dem Befehlsrechner 3. Der Ausführungsrechner 2 erhält vom Befehlsrechner 3 einen auszuführenden Nutzungsbefehl 32. Dieser wird in einem Baustein Befehlsaufbereiter 33 decodiert. Dabei werden Nutzungsbefehle in ihre entsprechenden Elementarbefehle überführt und diesen wird aus dem Elementarfunktions-Speicher 21 der vollständige zugeordnete Informationsinhalt des Befehlssatzes übergeben. Dieser Befehlssatz wird in dem Befehlspuffer 34 des Ausführungsrechners eingetragen. Nach Quittung, dass der vorhergehende Befehl abgeschlossen wurde, startet der Baustein Befehlsstarter 35 den im Befehlspuffer 34 wartenden Befehl und führt alle damit verbundenen Aktivitäten aus. Das betrifft das Aktualisieren im Baustein EF-Controller 36, im Baustein Zustandsüberwacher 37 und im Baustein Nichtsoll-Bewerter 38. Vom Baustein Befehlsstarter 35 wird im Baustein EF-Controller 36 für die betreffende Elementarfunktion der neue Sollzustand für die Sensoren eingetragen und durch das befehlsgemäße Setzen der Ausgänge der entsprechende Aktorbefehl gestartet. Ebenso wird die der Befehlsausführung zugeordnete Kontrollzeit 17 gestartet. Im Nichtsoll-Aktionsspeicher 39 werden die Bestandteile des Befehlssatzes „Nichtsoll-Befehle und -Meldungen“ eingetragen.

Nach Ausführung der Start-Aktivitäten vom Befehlsstarter 35 übernimmt der Baustein Zustandsüberwacher 37 wieder den Vergleich des Soll-Signalvektors des Systems 30 mit dem Ist-Signalvektor des Systems 31. Bei einer in diesem Vergleich erkannten Abweichung zwischen Soll und Ist wird im EF-Controller 36 der Ist-Zustand des abweichenden Signals im Ist-Signalvektor der Elementarfunktion 29 aktualisiert. Im EF-Controller 36 erfolgt die Bewertung der Abweichung (in Fig. 11 näher beschrieben), entweder a) ohne weitere Reaktion durch den über das laufende Zeitglied erkannten Status „beim Ändern“ und damit Rückgabe der Aktivitäten an den Baustein Zustandsüberwacher 37, b) über das Erkennen eines ausgeführten Befehls bei Übereinstimmung von Sollsignalvektor der Elementarfunktion 28 und Ist-Signalvektor der Elementarfunktion 29 im EF-Controller 36 und damit Aufruf des Bausteines Befehlsstarter 35, oder - wenn beides nicht zutrifft - c) die Übergabe des Ist-Signalvektors der Elementarfunktion 29 an den Baustein Nichtsoll-Bewerter 38. Dort wird dieser Ist-Signalvektor 29 mit den im Nichtsoll-Aktionsspeicher 39 stehenden Signalvektoren verglichen und bei Übereinstimmung der diesem Fall zugeordnete Nichtsoll-Befehl 40 über den Baustein Befehlsstarter 35 gestartet. Gibt es keine Übereinstimmung, erfolgt eine Rückkehr zum Zustandsüberwacher 37. In allen Fällen wird eine entsprechende Meldung 41 erzeugt. Der mit 42 gekennzeichnete Bereich markiert die zeitkritischen Aktivitäten.

Fig. 9 zeigt den Inhalt eines Befehls 43, wie er als Befehlssatz in den Befehlspuffer 34 des Ausführungsrechners 2 eingetragen wird. Zeile (1) enthält die Bezeichnung der zur Änderung angewiesenen Elementarfunktion 10, Zeile (2) und Zeile (3) beinhalten den neuen Sollzustand der Sensoren bzw. der Aktoren und damit den Soll-Signalvektor der Elementarfunktion 28, Zeile (4) gibt die Kontrollzeit 17 vor, in der die Änderung des Zustandes auf die neue Vorgabe erfolgt sein muss, Zeile (5) beinhaltet die Angaben zur Aktualisierung der ab Start des Befehls geltenden Einträge im Nichtsoll-Aktionsspeicher 39 für Reaktionen mit Nichtsoll-Befehlen 40, und Zeile (6) beinhaltet gleiches für die Aktualisierung nach erfolgreicher Befehlsausführung. Die Angaben der Zeilen (1) bis (4) entsprechen dabei direkt den Definitionen aus der Editierebene 19 zu den Elementarfunktionen 8. Die Zeilen (5) und (6) können darüber hinaus Nichtsoll-Befehle 40 aus Festlegungen zu prozessbezogenen Vorgaben über die Nutzungsbefehle 32 beinhalten.

Fig. 10 beschreibt die Arbeitsweise des Bausteins Befehlsstarter 35 und die Behandlung von Folgebefehlen 44 sowie von Parallelbefehlen 45. Der Befehlspuffer 34 wird vom Befehlsrechner 3 immer mit dem der laufenden Befehlsausführung folgenden Befehl geladen. Definierte Befehlsfol-

gen (=Folgebefehle 44) unterscheiden sich dabei nicht von einzeln definierten, voneinander unabhängigen Befehlen.

Parallelbefehle 45 sind dadurch charakterisiert, dass sie funktionell wie zeitlich voneinander unabhängig ausgeführt werden können und für einen zeitlich optimalen Ablauf auch parallel ausgeführt werden müssen. Für jeden als parallel definierten Befehl wird deshalb ein eigener Befehlspuffer 46 an der Schnittstelle zwischen Befehlsrechner 3 und Ausführungsrechner 2 definiert, aus dem voneinander unabhängige parallele Befehlsfolgen 45 abgearbeitet werden können. Stehen nach Abarbeitung von Parallelbefehlen 45 keine solchen mehr an, werden die eröffneten Speicherbereiche wieder geschlossen, so dass nur aktuell benötigte Pufferspeicher 46 geführt werden. Fig. 10 zeigt ein Beispiel für drei eröffnete Parallelbefehle 45, aus denen nacheinander die eingetragenen Befehle 43 gestartet werden. Sollte die Prüfung 47 zeigen, dass kein weiterer Befehl im Speicherpuffer ansteht, wird der entsprechende Parallel-Befehlspuffer 46 geschlossen und der Baustein Zustandsüberwacher 37 aufgerufen. Bei positivem Prüfergebnis 48 wird entsprechend Befehlsinhalt 43 aktualisiert und gestartet. Nach Abschluss dieser Operationen wird der Baustein EF-Controller 36 aktiviert 49. Nach dem Erreichen des befehlsgemäßen Zustandes 50 werden vom Befehlsstarter 35 die dafür im Befehlssatz 43 festgelegten Aktualisierungen ausgeführt und danach der nächste Befehl ermittelt und gestartet.

Fig. 11 zeigt die Arbeitsweise des Bausteins EF-Controller 36. Der Start 51 für eine Aktivität des EF-Controllers wird stets von einer aktuellen Änderung angestoßen. Das ist entweder ein neuer Sollsignalvektor einer Elementarfunktion 28, den der Baustein Befehlsstarter 35 bei einem neuen Befehl einträgt 52, oder eine vom Baustein Zustandsüberwacher vorgenommene Aktualisierung 53 des vorliegenden Ist-Zustandes 29. Die erste Prüfung 54 vergleicht den Soll- mit dem Ist-Zustand. Bei Übereinstimmung wird geprüft, ob der Änderungsstatus 55 gesetzt war. Ist das der Fall 56, wurde ein laufender Befehl abgeschlossen, andernfalls 57 wurde der befohlene Zustand nach einer fehlerhaften Abweichung wieder erreicht. In beiden Fällen wird eine entsprechende Meldung erzeugt und der Baustein Befehlsstarter 35 gestartet 58 – Stimmen Ist- und Sollzustand nicht überein, wird der Zweig 59 abgearbeitet. Wieder wird der Änderungsstatus geprüft 60. Liegt der Änderungsstatus bei dieser Elementarfunktion vor 61, wird die Meldung „EF beim Ändern“ 62 erzeugt und der Baustein Zustandsüberwacher 37 gestartet. Liegt jedoch kein Änderungsstatus vor 63, werden der Name und der vorliegende Nichtsoll-Istsignalvektor 64 der Elementarfunkti-

on in den Auswertungsspeicher des Nichtsoll-Bewerter 65 eingetragen und der Nichtsoll-Bewerter 38 wird gestartet.

Fig. 12 zeigt die Arbeitsweise des Nichtsoll-Bewerter 38. Der Start 66 des Nichtsoll-Bewerter wird durch den EF-Controller 36 nach Übergabe eines Nichtsoll-Signalvektors 64 ausgelöst. Im ersten Schritt wird geprüft, ob unter dem Namen der Elementarfunktion 10 Eintragungen im Nichtsoll-Aktionsspeicher 39 vorhanden sind. (Wie schon bei Fig. 10 beschrieben, werden diese Einträge vom Befehlsstarter 35 als Informationsbestandteile eines Befehls 43 aktualisiert.) Sind für die Elementarfunktion keine Festlegungen im Nichtsoll-Aktionsspeicher 39 enthalten 67, wird nur eine Fehlermeldung 67a mit der Bezeichnung der Elementarfunktion und dem Nichtsoll-Istsignalvektor 64 mit Kennzeichnung des fehlerhaften Signals an die übergeordnete Steuerungsebene - dem Befehlsrechner 3 - zur Auswertung übergeben. Dann wird der Baustein Zustandsüberwacher 37 wieder gestartet.

Liegt im Nichtsoll-Aktionsspeicher 39 ein Nichtsoll-Signalvektor zu der Elementarfunktion vor 68, wird als nächster Schritt der Nichtsoll-Istsignalvektor 64 auf Übereinstimmung mit dem gespeicherten Signalvektor verglichen 69. Liegt keine Übereinstimmung vor 70, wird wieder nur eine konkrete Fehlermeldung 67 erzeugt und ebenso der Zustandsüberwacher 37 wieder gestartet. – Liegt jedoch eine Übereinstimmung des Signalvektors mit Eintragungen im Aktionsspeicher vor 71, werden für diesen Fall festgelegten Reaktionsbefehle 72 dem Befehlsstarter 35 zur sofortigen Ausführung übergeben. Parallel dazu wird für die zu erzeugenden Meldung geprüft 73, ob eine Ereignissteuerung 74 vorliegt. Bei einer Ereignissteuerung 74 bewegt sich das System in dem normalen funktionellen Rahmen, ein erkanntes Ereignis ruft eine entsprechende Aktion auf (beispielsweise das Abschalten einer Pumpe bei Erreichen des oberen Füllstandes). In diesem Fall weist die entsprechende Meldung 75 den Ereignisbefehl der Elementarfunktion 76 in deutlicher Unterscheidung zu Fehlerzuständen aus. Handelt es sich nicht um eine Ereignissteuerung 77, wird eine entsprechende Fehlermeldung 78 erzeugt.

Fig. 13 zeigt Arbeitsweise und Merkmale des Bausteins Zustandsüberwacher 37. Wenn keine anderen Baustein-Aktivitäten laufen, startet der Zustandsüberwacher ständig den Vergleich 80 des Sollsignalvektors 30 und des Istsignalvektors 31 des Systems. Dieser Vergleich erfasst immer den gesamten System-Signalvektor und wird bei Übereinstimmung der verglichenen Zustände ständig wiederholt 81. Bei einer erkannten Abweichung wird zunächst geprüft, ob das System den Warte-

zustand verlassen und einen neuen Befehl ausführen soll. Ist das der Fall 82, wird der Baustein Befehlsstarter 35 gestartet. Im anderen Fall wird das abweichende Ist-Signal in den Ist-Signalvektor der betreffenden Elementarfunktion im EF-Controller eingetragen 83 und dort - wie zu Fig. 11 erläutert - ausgewertet. Entstehen kann eine Abweichung entweder durch Vorgabe eines neuen Sollzustandes bei Start eines neuen Befehls und erfolgtem Eintrag in den Sollsignalvektor 30 des Systems durch den EF-Controller 36, oder im anderen Fall durch ein geändertes Sensorsignal im Istsignalvektor 31 des Systems. Nach dem Eintrag des abweichenden Ist-Signals in der betroffenen Elementarfunktion im EF-Controller wird dieser gemeldete Ist-Zustand als neuer Vergleichszustand in dem Soll-Vergleichsvektor eingetragen 84. Damit wird erreicht, dass jede Veränderung nur einmal ausgewertet wird. Der Soll-Vergleichszustand des System-Signalvektors ist damit als Vergleich mit „dem letzten ausgewerteten Zustand“ des Systems 84 definiert. Damit ist es möglich und sinnvoll, das erkannte Ereignis in ein Ereignis-Zeit-Protokoll einzutragen 85, auf das in Fig. 14 näher eingegangen wird. Nach den genannten Aktionen des Zustandsüberwachers 37 startet dieser den Baustein EF-Controller 36. Nach erfolgter Auswertung wird wieder - wie bei der Arbeitsweise von EF-Controller bzw. Befehlsstarter beschrieben - der Baustein Zustandsüberwacher aufgerufen. Dieser setzt dann den Soll-Ist-Vergleich im Systemsignalvektor bei dem Signal fort, das dem zuletzt nicht übereinstimmenden Signal folgt. Damit wird gesichert, dass nacheinander alle Signale des Systemsignalvektors verglichen werden und nicht ein schwingendes Signal eine Endlosschleife verursachen kann. Ein solches Phänomen wäre bei Wiederaufnahme des Vergleiches bei dem gerade ausgewerteten Signal denkbar, wenn dieses Signal seinen Zustand im Takt der Signallaufzeit ändern würde.

Fig. 14 soll den Aufbau eines Ereignis-Zeit-Protokolls 85 in Form einer Liste verdeutlichen. Die erste Spalte nimmt die Bezeichnung der vom Ereignis betroffenen Elementarfunktion auf, die Spalte 2 das von der Änderung betroffenen Signal, die Spalte 3 den geänderten Signalzustand. Das sind Kopien der Informationen, die der Zustandsüberwacher dem EF-Controller übergibt. Wird in Spalte 4 die aktuelle Systemzeit beim Erkennen des Ereignisses eingetragen, entsteht ein in vielfacher Hinsicht nutzbares Ablaufprotokoll. Im Beispiel ist mit dem ersten und dem letzten Eintrag markiert, dass die Elementarfunktion A11 mit dem Signal E1 wieder den ersten Zustand erreicht hat. Die den Ereignissen zugeordneten Zeiten könnten gegebenenfalls als genaues Maß für eine solche Periode dienen. Mit diesem Protokoll ist es auch möglich, Signalschwingungen zu erkennen und im Bedarfsfall Filter zu aktivieren, die beispielsweise die Abtasthäufigkeit für das

schwingende Signal verringern können. Je nach Prozess und Bedeutung der Informationen sowie zur Verfügung stehendem Speicher können längere Zeiten erfasst und gespeichert werden, was für Diagnosezwecke hinsichtlich Langzeitveränderungen genutzt werden kann, oder nur mit fest begrenztem Speicher der jeweils letzte Abschnitt beispielsweise für eine Havarieauswertung zur Verfügung stehen.

Fig. 15 zeigt für das in **Fig. 4 bis 6** ausgeführte Beispiel die Bildungsgrundlage der formalen Befehlsnamen **86**, die aus der Funktionsstruktur **5** abgeleitet werden und für eine eindeutige Bezeichnung der Elementarfunktionen in Nutzungsbefehlen verwendet werden können.

In **Fig. 16** ist an dem Anwendungsbeispiel von **Fig. 4 - 6** das Definieren von Nutzungsbefehlen und das Festlegen von Befehlssperren **88** zu den Nutzungsbefehlen dargestellt.

Fig. 17 zeigt als Beispiel das in der Steuerung geführte Sperrenverzeichnis **89** des Systems Schließanlage und soll das dynamische Wirken der in **Fig. 16** festgelegten Sperrbedingungen deutlich machen. Bei der **Fig. 17** muss betont werden, dass es eine Hilfs-Darstellung ist und eine solche Tabelle in der Steuerung nicht existiert. Vorhanden ist immer nur ein Speicherbereich, in den zu unterschiedlichen Zeiten (hier mit **t1 bis t8** ausgewiesen) durch die bis dahin wirkenden Befehle unterschiedliche Bedingungen eingetragen sind.

In der Spalte **1** sind alle Befehle des Systems aufgelistet. Enthält ein aktivierter Nutzungsbefehl eine Sperrbedingung für einen anderen Befehl, wird der verursachende Befehl als Sperrbedingung bei dem anderen Befehl eingetragen. Hier im Beispiel sperrt mit seiner Aktivierung zur Zeit **t7** der Befehl **EF2-B2** (verriegeln) den Befehl **EF1-B1** (Türbeweger öffnen). Der Riegel soll - wie festgelegt - nur bei geschlossener Tür eingelegt werden können, deshalb der Eintrag der Sperre bei **EF2-B2** mit Erteilen des Befehls „(Tür öffnen) **EF1-B1**“ zur Zeit **t3**.

Für die Wirkungsweise der Steuerung ist wichtig, dass der Befehlsrechner **3** nach Übergabe eines Nutzungsbefehls **32** in den Befehlspuffer **34** des Ausführungsrechner **2** - den dieser dann wie beschrieben autark ausführen kann - seinen Zustand so aktualisiert, wie er **nach** ordnungsgemäßer Ausführung dieses Befehls eintreten wird. Für diesen Zustand wird die Zulässigkeit des nächsten Befehls noch während der Ausführung des vorhergehenden Befehls geprüft und ggf. freigegeben. Im Beispiel befindet sich während der Ausführung „Riegelschloss entriegeln“ zu **t1** im Befehlspuffer der Befehl „Tür öffnen“, der zum Zeitpunkt **t3** gestartet werden wird und dann gleichzeitig

die Prüfung des Befehls „Tür schließen“ für den Zeitpunkt t_5 nach den Bedingungen vom Zeitpunkt t_4 aktiviert.

Damit wird zeitoptimal erreicht, dass mit dem Abschluss eines Befehls sofort der schon geprüfte Folgebefehl starten kann oder gleichermaßen noch während der Laufzeit eines Befehls erkannt wird, dass der nächste vorbereitete Befehl für den kommenden Systemzustand nicht zulässig ist. Wenn ein Fehler bei dem im Ausführungsrechner laufenden Befehl auftritt, wird der Befehlsrechner auf den Fehlerzustand aktualisiert zurückgesetzt.

Fig. 18 (auf Blatt 12) soll ein Beispiel zur Festlegung von Fehlerbefehlen zeigen. Es sei als kritisch angenommen, wenn die Tür beim Schließen – aus welchen Gründen auch immer – auf einen eingelegten Riegel trifft. Fig. 18 zeigt die Formulierung eines Fehlerbefehls als Bestandteil des Befehlssatzes „Türbeweger schließen“. Aus dem Zustand der Elementarfunktion Riegelschloss $E1=1$ wird „Riegel nicht frei“ geschlussfolgert und als Fehlerreaktion im Nichtsollbewerter der Vorgang „Tür schließen“ „in Tür öffnen“ umgesteuert.

Analysen zeigen, dass in der Regel zu einem bestimmten Zeitpunkt nur wenige Fehlerbefehle benötigt werden. Grundsätzlich ist es möglich, auf ein beliebiges Ereignis mit jedem Befehl zu reagieren.

Fig. 19 soll als weiteres Beispiel die Möglichkeiten der Steuerung bei komplexeren Aufgaben und unterschiedlichen Nutzungsanforderungen einer Anlage zeigen. Für solche unterschiedlichen Nutzungsanforderungen und daraus resultierende unterschiedliche Befehls- und Sperrbedingungen in einer Anlage soll der Begriff „Status“ 90 verwendet werden.

Es sei angenommen, dass zwei Türanlagen gesteuert werden sollen, die einzeln dem bisherigen Beispiel gleich sind. Hinzu kommt ein Anlagenschalter für den jeweils gewünschten Betriebsstatus: im Status S1 können die Türen unabhängig voneinander bedient werden, in S2 werden beide synchron geöffnet oder geschlossen und in S3 als Schleuse bleibt immer eine von beiden Türen geschlossen.

Figur 20 zeigt die Struktur und Namensdefinitionen, wie sie die Steuerung hier nach den in der Editierebene 19 gemachten Angaben aufbaut.

Figur 21 zeigt alle Angaben für die Befehlsbibliothek 92 des Befehlsrechners, um die gestellte Aufgabe zu lösen. Die für die Schließanlage einer Tür erarbeiteten Festlegungen werden für die

unmittelbare Türsteuerung eines Exemplars beim Generieren unter dem neuen Systemnamen gedoppelt. Alle Festlegungen zum Steuerungs-Status beider Türen werden über neu definierte Statusbefehlsblätter 91 realisiert, die über den Statusschalter ausgewählt werden. Bei dem Status S3-Befehlsblatt wurde für die Sperrenformulierung nicht eine Elementarfunktion sondern mit „Tür x“ eine höhere Hierarchieebene in der Funktionsstruktur benutzt. Damit können sehr effektiv ganze Funktionsbereiche gegen Zustandsveränderungen gesperrt oder auch mit Formulierungen „alle außer XXX“ sehr effektiv selektiert werden.

Figur 22 zeigt Merkmale einer Kleinststeuerung 94 bei einem technischen Gerät 95. Der relativ kleine und feste Befehlsumfang der Kleinststeuerung 95 ist in einem Steuerungs-Hardwarebaustein angeordnet, der die Funktionalität des Ausführungsrechners 2 und des Befehlsrechners 3 beinhaltet. Die Bedienung erfolgt mit üblichen Schalt- und Anzeigegeräten 96. Über eine Schnittstelle 97 kann ein Computer 98 angekoppelt werden, womit alle Funktionalität der Steuerung zum Einbringen der Steuerungssoftware und komfortable Kommunikation und Diagnose möglich sind.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---|
| 1 | Struktur der Steuerung ASS |
| 2 | Ausführungsrechner |
| 3 | Befehlsrechner |
| 4 | Anwendungsrechner |
| 5 | Funktionsstruktur |
| 6 | Funktionseinheit Gesamtsystem |
| 7 | Funktionseinheit Teilsystem |
| 8 | Funktionseinheit Elementarfunktion |
| 9 | Datenblatt zu Elementarfunktionen |
| 10 | Name der Elementarfunktion |
| 11 | Funktionsskizze |
| 12 | Aktoren |
| 13 | Sensoren |
| 14 | Zustandsdefinitionen |
| 15 | Signalvektoren |
| 16 | Elementarbefehle |
| 17 | Kontrollzeit |
| 18 | Referenzzustand |
| 19 | Editierebene |
| 20 | Generieren des Elementarfunktions-Speichers |
| 21 | Elementarfunktions-Speicher |
| 22 | Generieren des EF-Controllers |
| 23 | EF-Controller |
| 24 | Soll-Zustand der Elementarfunktionen |

- 25 Ist-Zustand der Elementarfunktionen
- 26 Generieren des Zustandsüberwachers
- 27 Zustandsüberwacher
- 28 Soll-Signalvektor der Elementarfunktion
- 29 Ist-Signalvektor der Elementarfunktion
- 30 Sollsignalvektor des Systems
- 31 Istsignalvektor des Systems
- 32 Nutzungsbefehl
- 33 Befehlsaufbereiter
- 34 Befehlspuffer
- 35 Baustein Befehlsstarter
- 36 Baustein EF-Controller
- 37 Baustein Zustandsüberwacher
- 38 Baustein Nichtsollbewerter
- 39 Nichtsoll-Aktionsspeicher
- 40 Nichtsoll-Befehl
- 41 Zustandsmeldung
- 42 Zeitkritischer Funktionsbereich
- 43 Inhalt eines Befehls
- 44 Folgebefehle
- 45 Parallelbefehle
- 46 Befehlspuffer für Parallelbefehle
- 47 Prüfungsergebnis Befehlspuffer "nein"
- 48 Prüfungsergebnis Befehlspuffer "ja"
- 49 Aktivierung EF-Controller
- 50 Aktivitäten Befehlsstarter bei Erreichen "befehlsgemäßer Zustand"

- 51 Aktivitätsstart EF-Controller
- 52 Änderung Sollzustand im EF-Controller durch Befehl
- 53 Änderung Istzustand im EF-Controller durch Sensormeldung
- 54 Vergleich Soll- und Ist-Zustand im EF-Controller
- 55 Änderungsstatus im EF-Controller
- 56 Alternative " Änderungsstatus"
- 57 Alternative "Kein Änderungsstatus"
- 58 Aufruf Befehlsstarter vom EF-Controller
- 59 Alternativen bei Nichtübereinstimmung Soll- und Istzustand im EF-Controller
- 60 Prüfung Änderungszustand bei Nichtübereinstimmung Soll- und Istzustand im EF-Controller
- 61 Aktivität bei Änderungszustand und Nichtübereinstimmung Soll- und Istzustand im EF-Controller
- 62 Meldung vom EF-Controller "Elementarfunktion (Name der Elementarfunktion) beim Ändern"
- 63 Alternative im EF-Controller bei Ist-Zustand ungleich Sollzustand und keinem Änderungszustand
- 64 Nichtsoll-Istsignalvektor
- 65 Auswertungsspeicher Nichtsoll-Bewerter
- 66 Start Nichtsollbewerter
- 67 Aktion, wenn Nichtsoll-Elementarfunktion keinen Eintrag im Nichtsoll-Aktionsspeicher hat
- 67a Fehlermeldung zu Nichtsoll-Elementarfunktion
- 68 Aktion, wenn Nichtsoll-Elementarfunktion einen Eintrag im Nichtsoll-Aktionsspeicher hat
- 69 Vergleich Nichtsoll-Istsignalvektor mit gespeichertem Nichtsoll-Signalvektor im Nichtsollbewerter
- 70 Aktion bei fehlender Übereinstimmung Nichtsoll-Istsignalvektor mit Nichtsoll-Signalvektor im Nichtsoll-Bewerter

- 71 Aktion bei Übereinstimmung Nichtsoll-Istsignalvektor mit Nichtsoll-Signalvektor im Nichtsoll-Bewerter
- 72 Reaktionsbefehle im Nichtsoll-Aktionsspeicher
- 73 Prüfung, ob Nichtsoll-Istsignalvektor zu einer Ereignissteuerung gehört
- 74 Ereignissteuerung
- 75 Meldung Ereignissteuerung
- 76 Inhalt der Meldung Ereignissteuerung
- 77 Fehlermeldung, wenn keine Ereignissteuerung
- 78 Inhalt der Fehlermeldung
- 79 Start des Bausteins Zustandsüberwacher
- 80 Vergleich Sollsignalvektor des Systems mit dem Istsignalvektor des Systems
- 81 Programmschleife zum Vergleich Sollsignalvektor des Systems mit dem Istsignalvektor des Systems
- 82 Übergabe der Aktivität vom Zustandsüberwacher an Befehlsstarter
- 83 Eintrag geändertes Ist-Sensorsignal vom Zustandsüberwacher im EF-Controller
- 84 Vergleichs-Sollvektor "letzter ausgewerteter Zustand" im Zustandsüberwacher
- 85 Ereignis-Zeit-Protokoll
- 86 formale Befehlsnamen
- 87 Befehlssperren
- 88 Sperrenverzeichnis im Befehlsrechner
- 89 Sperrenverzeichnis des Beispiels Schießanlage
- 90 Status einer Anlage
- 91 Status-Befehlsblätter
- 92 Befehlsbibliothek
- 93 Nutzungsprogramme
- 94 Kleinststeuerung
- 95 Technisches Gerät mit Kleinststeuerung

- 96 Schalt- und Anzeigegeräte
- 97 Schnittstelle für Computeranschluss
- 98 Transportabler Computer

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern von Mechanismen oder technischen Systemen, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die zu steuernden Mechanismen oder technischen Systeme in ihren Elementarfunktionen (8) mit deren befehlsgemäß definierten Zuständen und den zugehörigen Signalvektoren (15) der Sensoren (13) und Aktoren (12) in der Steuerung gespeichert werden, wobei ausgehend von einem definierten Referenzzustand (18) zu Beginn der Steuerungsaktivierung ein ständiger Vergleich der von der technischen Anlage durch die Sensoren (13) gemeldeten Ist-Zustände mit den in der Steuerung gespeicherten Sollzuständen (24) für alle Elementarfunktionen erfolgt und damit jede Abweichung im zu steuernden System vom befehlsgemäßen Sollzustand (24) erkannt wird,
- b) ein den Zustand der Mechanismen oder des technischen Systems verändernder neuer Elementarbefehl (16) mit seinem Start den Sollzustand (24) für den Vergleich aktualisiert und auf der Grundlage ebenfalls gespeicherter zulässiger Kontrollzeiten (17) die Zeit bis zur Rückmeldung des befehlsgemäßen neuen Zustandes überwacht,
- c) wobei Sensorsignale und vergleichbare Informationen ausschließlich der Zustandsidentifikation von Elementarfunktionen (8) dienen, Zustandsänderungen ausschließlich über den Start von Elementarbefehlen (16) erfolgen, denen die Sensor- und Aktor-Signale als Sollzustand zugeordnet sind und die auf logisch-funktionellem Sprachniveau frei definierten Nutzungsbefehle (32) durch entsprechende Zuordnung von Elementarbefehlen (16) definiert sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- a) dass in der Steuerung in einem speziellen Programmbaustein, hier als EF-Controller (23) bezeichnet, die Zustände aller Elementarfunktionen (8) als befehlsgemäß aktueller Sollzustand (24) und als aktueller Istzustand (25) mit den zugehörigen Aktoren (12) und Sensoren (13) geführt werden,
- b) wobei damit jede über die Sensoren (13) erkannte Zustandsänderung des technischen Sy-

stems der betroffenen Elementarfunktion (8) als aktueller Istzustand zugeordnet und mit dem in der Steuerung geführten Sollzustand (24) verglichen und bewertet werden kann.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass

- a) bei einem erkannten, nicht dem Sollzustand (24) entsprechendem Istzustand (25) einer Elementarfunktion (8) der den Istzustand beschreibende Signalvektor (15) an einen anderen speziellen Programmbaustein der Steuerung, hier als Nichtsollbewerter (38) bezeichnet, übergeben wird,
- b) wobei in diesem Nichtsollbewerter (38) für ausgewählte Zustände von Elementarfunktionen (8) Reaktionsbefehle (72) gespeichert sind, die bei Übereinstimmung mit dem zur Prüfung übergebenen Zustand gestartet werden,
- c) und in allen Fällen differenzierte Fehlermeldungen mit Angabe der betroffenen Elementarfunktion und des abweichenden Signales erzeugt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

- a) einem Nutzungsbefehl (32) als Befehlssatz sowohl die neuen Sollzustände (24) der Sensoren (13) und Aktoren (12), die Kontrollzeiten (17) zum neuen Sollzustand (24) als auch die bei Abweichungen zu startenden Reaktionsbefehle (72), jeweils unterschieden in vor dem Start und nach erfolgter Ausführung zu löschende und zu setzende Reaktionsbefehle (72) auf ausgewählte Zustandsmeldungen, zugeordnet werden,
- b) wobei ein weiterer spezieller Programmbaustein der Steuerung, hier als Befehlsstarter (35) bezeichnet, die dafür erforderliche Organisation im System übernimmt und damit auch die Freigabe eines nächsten Befehls bei Befehlsfolgen nach Erfüllungsmeldung des vorhergehenden sowie die Organisation von Parallelbefehlen (45) durch je nach Bedarf temporäres Eröffnen von parallelen Abarbeitsfolgen realisiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- a) Sensorsignale (13) und weitere zu kontrollierende Informationen in einem weiteren speziellen Programmbaustein, hier als Zustandsüberwacher (37) bezeichnet, zu einem lückenlosen Datenwort zusammengezogen werden, wobei den Signalen die Adresse der zugehörigen Elementarfunktion (8) in dem Programmbaustein EF-Controller (36) der Steuerung zugeordnet bleibt,
 - b) für den Vergleich jedem Sollsignal (30) das Ist-Signal (31) der Sensormeldung in gleicher Struktur gegenübersteht,
 - c) wobei der Programmbaustein Zustandsüberwacher (37) bei einer erkannten Abweichung eines Ist-Signals dieses im EF-Controller (36) als neuen Istzustand der Elementarfunktion (29) aktualisiert,
 - d) und nach der Aktualisierung und Übergabe zur Auswertung im EF-Controller (36) das geänderte Signal als neuer Vergleichszustand im Zustandsüberwacher (37) eingetragen wird, womit ein Vergleich im Zustandsüberwacher (37) immer zum letzten ausgewerteten Zustand erfolgt und jede Zustandsänderung damit nur einmal ausgewertet wird,
 - e) wobei der Vergleich der Soll-Ist-Signale (30,31) im Zustandsüberwacher (37) gerichtet erfolgt und nach einer Unterbrechung für die Auswertung einer Abweichung der Vergleich bei dem der Unterbrechungsstelle folgenden Signal fortgesetzt wird, wodurch gesichert ist, dass jede zeitlich hinreichend lange Zustandsänderung erfasst und ausgewertet werden kann.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- a) jede erfasste Zustandsänderung vom Programmbaustein Zustandsüberwacher (37) in einem Ereignis-Zeit-Protokoll (85) eingetragen und dort gespeichert werden kann,
 - b) wodurch auf einfachstem Weg zeitabhängige Prozessparameter zugänglich werden, damit auch Signalschwingungen erkannt und gegebenenfalls ausgefiltert werden können.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

- a) der Teilbereich Ausführungsrechner (2) mit den Programmbausteinen Befehlsstarter (35), EF-Controller (36), Nichtsollbewerter (38) und Zustandsüberwacher (37) nach Übergabe eines Elementarbefehls (16) an den Programmbaustein Befehlsstarter (35) in der Steuerung keine Prüfung auf Zulässigkeit enthält,
- b) die Ausführung eines erhaltenen Befehls von den dem Ausführungsrechner (2) zugeordneten Programmbausteinen jeweils autark realisiert wird,
- c) im Teilbereich Befehlsrechner (3) der Steuerung auf logisch-funktionellen Befehlsniveau zu den sich ausschließenden Zuständen Sperrenverzeichnisse (88) geführt und verwaltet werden, die den prozess- und maschinenseitig determinierten Anteil von funktionellen Verriegelungen übernehmen,
- d) wobei ein Nutzungsbefehl (32) neben dem Aufruf von zu ändernden Elementarfunktionen (8) auch die Informationen enthält, für welche anderen Befehle Sperren im Sperrenverzeichnis (88) während oder nach der Ausführung dieses Nutzungsbefehls (32) zu setzen oder aufzuheben sind.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Ausführungsrechner (2) und der Befehlsrechner (3) zeitlich um einen Programmschritt entkoppelt arbeiten,

- a) der ausführende Teil der Steuerung, der Ausführungsrechner (2), einen erhaltenen Befehl autark ausführt, wobei ein Befehle verwaltender Teil der Steuerung, der Befehlsrechner (3), dem ausführenden Teil Ausführungsrechner (2) den nächstfolgenden geprüften Befehl in einem Zwischenspeicher als Befehlspuffer (34) bereitstellt,
- b) und nach dem Bereitstellen eines Befehls im Befehlspuffer (34) des Ausführungsrechners (2) der Zustand im Befehlsrechner (3) auf den Stand aktualisiert wird, der nach der Ausführung dieses Befehls eintreten wird, und zu diesem erwarteten Zustand die Prüfung des

dann nachfolgenden Befehls auf Zulässigkeit im Befehlsrechner (3) bereits während der Abarbeitung des vorhergehenden erfolgt,

- c) wenn wegen eines Fehlers der erwartete Zustand nicht eintritt, wird der geprüfte Befehl aus dem Befehlspuffer (34) zurückgesetzt und das System auf den Fehlerzustand aktualisiert.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass Nutzungsbefehle (32) erarbeitet werden,

- a) indem den sprachlich funktionell prozessnah zu definierenden Nutzungsbefehlen (32) aus den vorher definierten Elementarbefehlen (16) solche einzeln, parallel oder als Folge zugeordnet,
- b) dazu die Sperrbedingungen auf Befehlsniveau für die mit Aufruf des Nutzungsbefehls (32) vorzunehmenden Aktualisierungen in dem Sperrenverzeichnis im Befehlsrechner (88) definiert,
- c) die Reaktionsbefehle (72) auf ausgewählte Abweichungen sowie geeignete Fehlermeldungen festgelegt,
- d) diese Informationen in einer Befehlsbibliothek (92) abgelegt werden, wo die Steuerung dann die Befehlsinhalte für Nutzungsbefehle (32) abruft.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Nutzungsprogramm (93) für das Betreiben des technischen Systems die Reihenfolge von definierten Nutzungsbefehlen (32) festlegt, die jeweils nacheinander oder parallel abgearbeitet werden sollen.

11. Verfahren zur Erstellung von Steuerungssoftware,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Erstellung der Steuerungssoftware durch ein Entwicklungssystem mit Dialogführung unterstützt wird,

- a) wobei für die Beschreibung des zu steuernden Systems die Angabe der hierarchischen Funktionsstruktur (5) abgefragt wird,
- b) das jeweils untere Ende dieser Struktur als Elementarfunktion (8) betrachtet wird und jede Elementarfunktion (8) ebenfalls im Dialog in ihren Befehlszuständen zu definieren ist,
- c) wobei diesen definierten Elementarbefehlen (16) die Signale der Sensoren (13), der Aktoren (12), die Kontrollzeiten (17) für den Übergang zwischen den befehlsgemäßen Zuständen und ein Referenzzustand (18) für den Beginn zuzuordnen sind,
- d) die Einbindung komplexerer Teilsysteme ebenso als Elementarfunktion (8) erfolgen kann, wenn die Stellung in der Funktionsstruktur (5) solches ausweist,
- e) wobei das Dialogsystem als Grundlage für die Beschreibung der Funktionalität des technischen Systems nur die hier genannten primären Angaben zu Struktur (5) und zu den Elementarfunktionen (9) verlangt.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

das dialoggeführte Entwicklungssystem zur Erstellung der Steuerungssoftware nach Eingabe der primären Angaben

- a) den System-Elementarbefehlsspeicher (21),
- b) den EF-Controller (36) und den
- c) Sollsignalvektor (30) sowie den Istsignalvektor für den Zustandsüberwacher (37)

anlegt und generiert und damit das technische System bereits inbetriebgenommen, auf fehlerfreie Signaldefinition im Referenzzustand (18) überprüft und mit den definierten Elementarbefehlen (16) in einem Inbetriebnahmestatus gesteuert und soweit zulässig mit diesen Einzelbefehlen getestet und geprüft werden kann.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass Änderungen von Informationen zu Struktur (5) und Elementarfunktionen (8) nur über die Editierebene (19) möglich sind und die nachfolgende automatische Generierung die Konsistenz des geänderten Zustandes sichert.

14. Verfahren nach Anspruch 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass das Entwicklungssystem für die Definition von Nutzungsbefehlen (32) in spezifischen Dialogen

- a) die verfügbaren Elementarbefehle (16) des Systems zur Zuordnung anbietet,
- b) Sperrbedingungen für das Sperrenverzeichnis (88) abfragt, wobei die Angaben für festzulegende Sperren grafisch über Auswahl in der Funktionsstruktur (5) und Sperrfestlegungen in Formulierungen „dieser Elementarbefehl“, „diese Elementarfunktion“, „dieser Zweig der Funktionsstruktur“ oder „alle Funktionen dieses Funktionszweiges außer diesem Elementarbefehl“ erfolgen können,
- c) Festlegungen zu spezifischen Reaktionsbefehlen (72) auf besondere Fehler abgefragt werden,
- d) alle Festlegungen gespeichert und in der Befehlsbibliothek (92) eingeordnet und verwaltet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 11 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass für ein so aufgebautes Steuerungssystem Änderungen an Elementarfunktionen (8) lokal begrenzt bleiben,
- b) dass jederzeit und ebenfalls mit überschaubarer lokaler Wirkung neue Nutzungsbefehle (32), Sperrbedingungen in dem Sperrenverzeichnis (88) oder Fehlerreaktionen durch Reaktionsbefehle (72) erweitert oder geändert werden können,

- c) dass unterschieden durch die Vergabe von Statusinformationen (90) für das System ohne jede Rückwirkung auf schon definierte Programme neue Definitionen von Nutzungsbefehlen (32) und Befehlsbedingungen erfolgen können.

16. Einrichtung zum Steuern von Mechanismen oder technischen Systemen, dadurch gekennzeichnet,

- a) dass für die unterschiedlichen Aufgaben unterschiedliche Bereiche der Einrichtung vorgesehen sind und diese nach den wichtigsten Aufgabenmerkmalen konfiguriert werden, wobei insbesondere kurze Reaktionszeiten auf erkannte Ereignisse und sichere Programmabläufe erreicht werden,
- b) dass die Programmbausteine für alle zeitkritischen Aufgaben der Steuerung Befehlsstarter (35), EF-Controller (36), Nichtsollbewerter (38) und Zustandsüberwacher (37) in einem hier als Ausführungsrechner (2) bezeichneten Teil der Einrichtung angeordnet sind,
- c) der Ausführungsrechner (2) bei umfangreichen Programmen mit großer Programmvariabilität für diese zeitkritischen Aufgaben über einen eigenen Prozessor verfügt,
- d) dass der Ausführungsrechner (2) für die Kommunikation mit der zu steuernden Einrichtung über die Sensoren (13), die Aktivierung von Aktoren (12), den Soll-Ist-Vergleich, Reaktionen auf Abweichungen des Ist- (25) zum Soll-Zustand (24) und die Abarbeitung eines erhaltenen Befehls autark ist,
- e) zur Verwaltung von Nutzungsbefehlen (32) in Befehlsbibliotheken (92), das Führen von Sperrenverzeichnissen (88), die Abarbeitung von Nutzungsprogrammen (93) durch schrittweise Übergabe von Befehlen an den Ausführungsrechner (2) sowie zur äußeren Kommunikation von dem hier als Befehlsrechner (3) bezeichneten Bereich der Einrichtung ein weiterer Prozessor vorgesehen ist, wenn die Merkmale von c) zutreffen,
- f) für die Aufgaben der Prozessgestaltung, soweit sie nicht Ausführungs- oder Befehlsrechner betreffen, ein Bereich Anwendungsrechner (4) vorgesehen ist.

17. Einrichtung nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

- a) für Kleinststeuerungen (94) mit geringem Befehlsumfang und unkritischen Zeitforderungen in einem Steuerungs-Hardwarebaustein (95) die Module des Ausführungsrechners (2) und des Befehlsrechners (3) mit festen Befehlssätzen eingebracht sind,
- b) zur Bedienung und Kommunikation übliche Schalt- und Anzeigegeräte (96) vorgesehen sind,
- c) über eine Schnittstelle (97) ein externer Computer (98) für das Einbringen der Steuerungssoftware sowie im Bedarfsfall für eine komfortable Kommunikation und Diagnose ankoppelbar ist.

Hierzu 17 Blatt Zeichnungen



Fig. 1

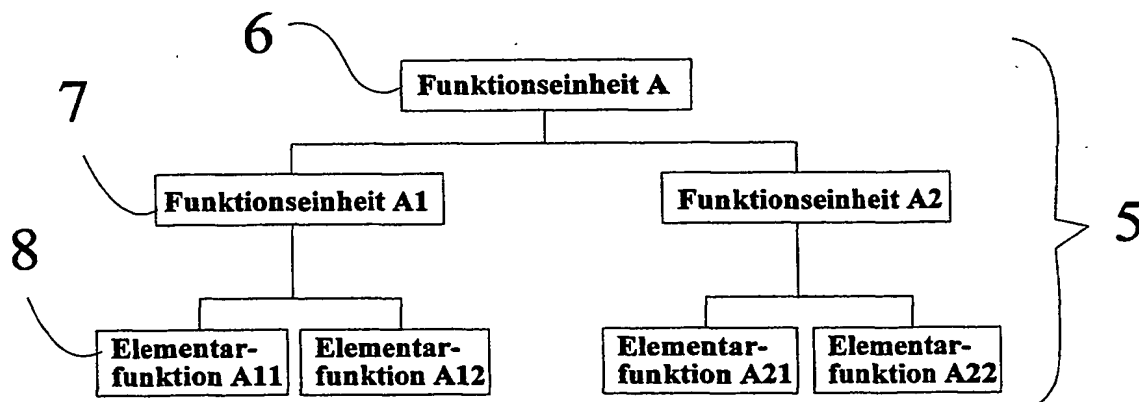


Fig. 2

This Page Blank (uspto)

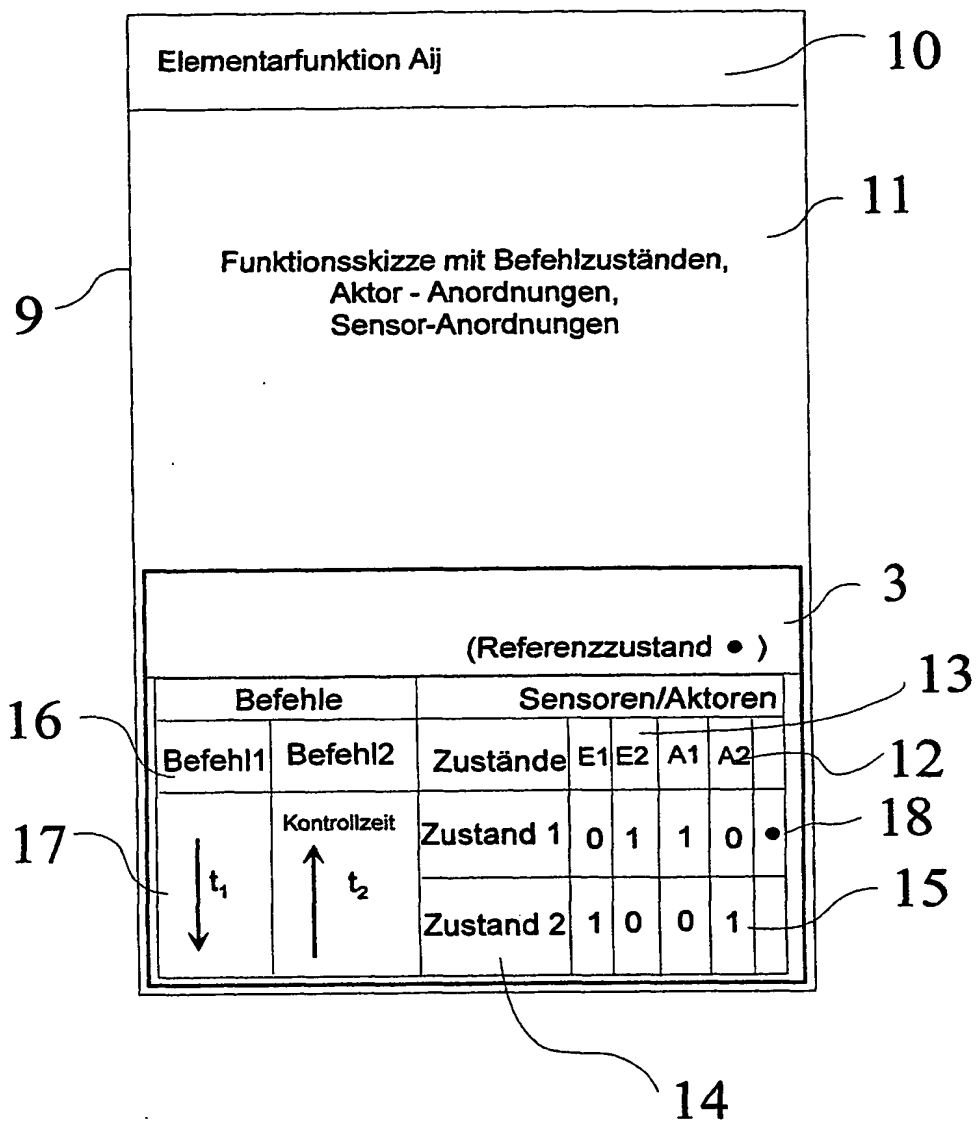


Fig. 3

This Page Blank (uspto)

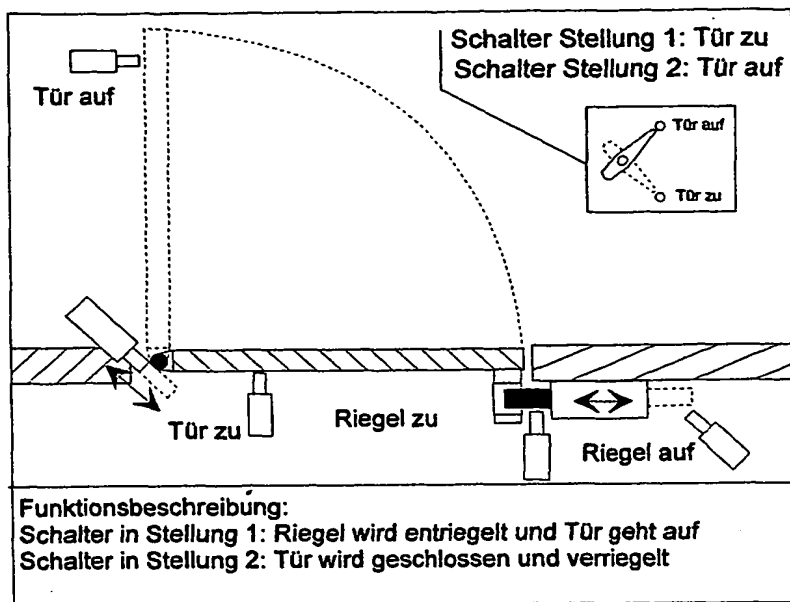


Fig. 4

Fig. 5

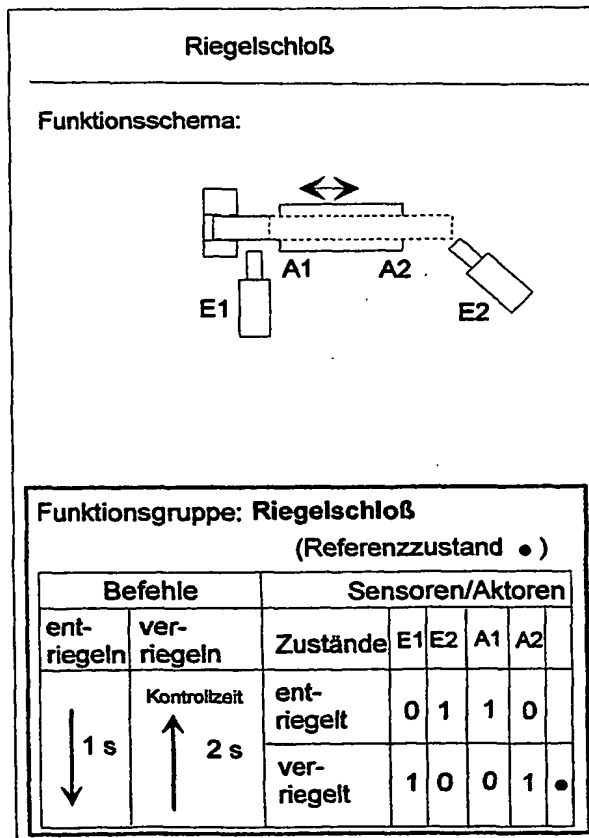
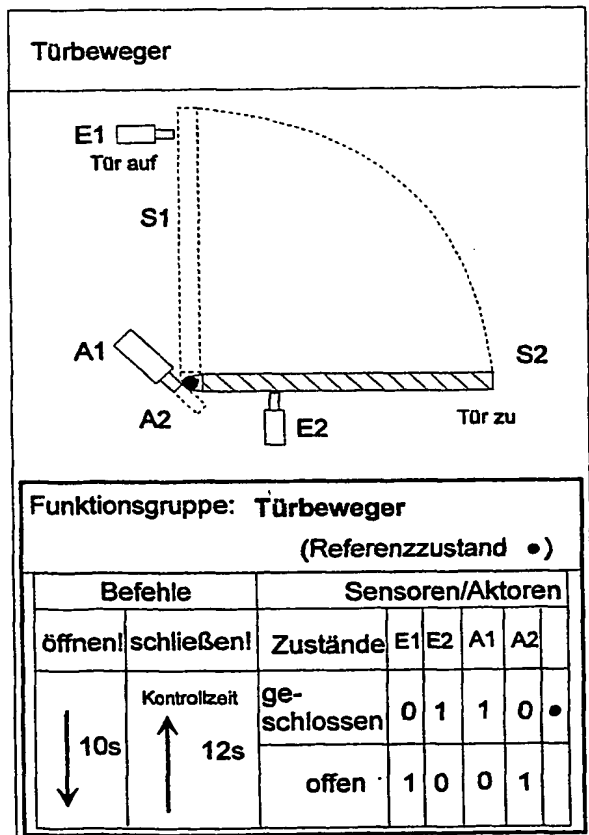
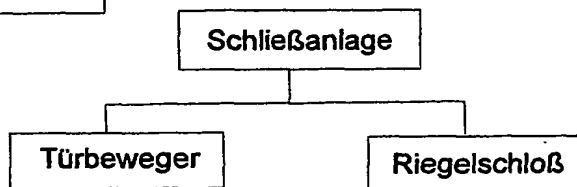


Fig. 6

This Page Blank (uspto)

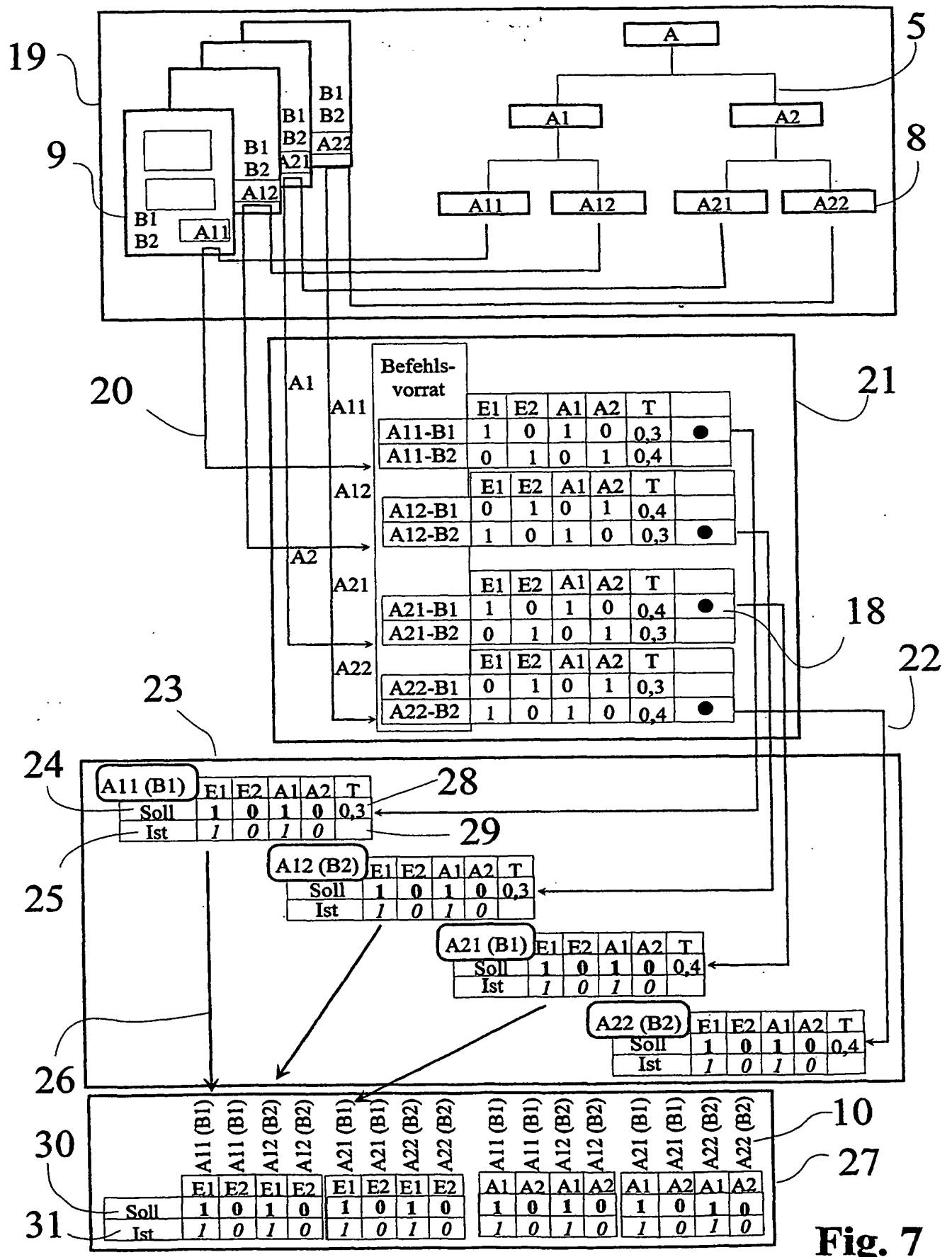


Fig. 7

This Page Blank (uspto)

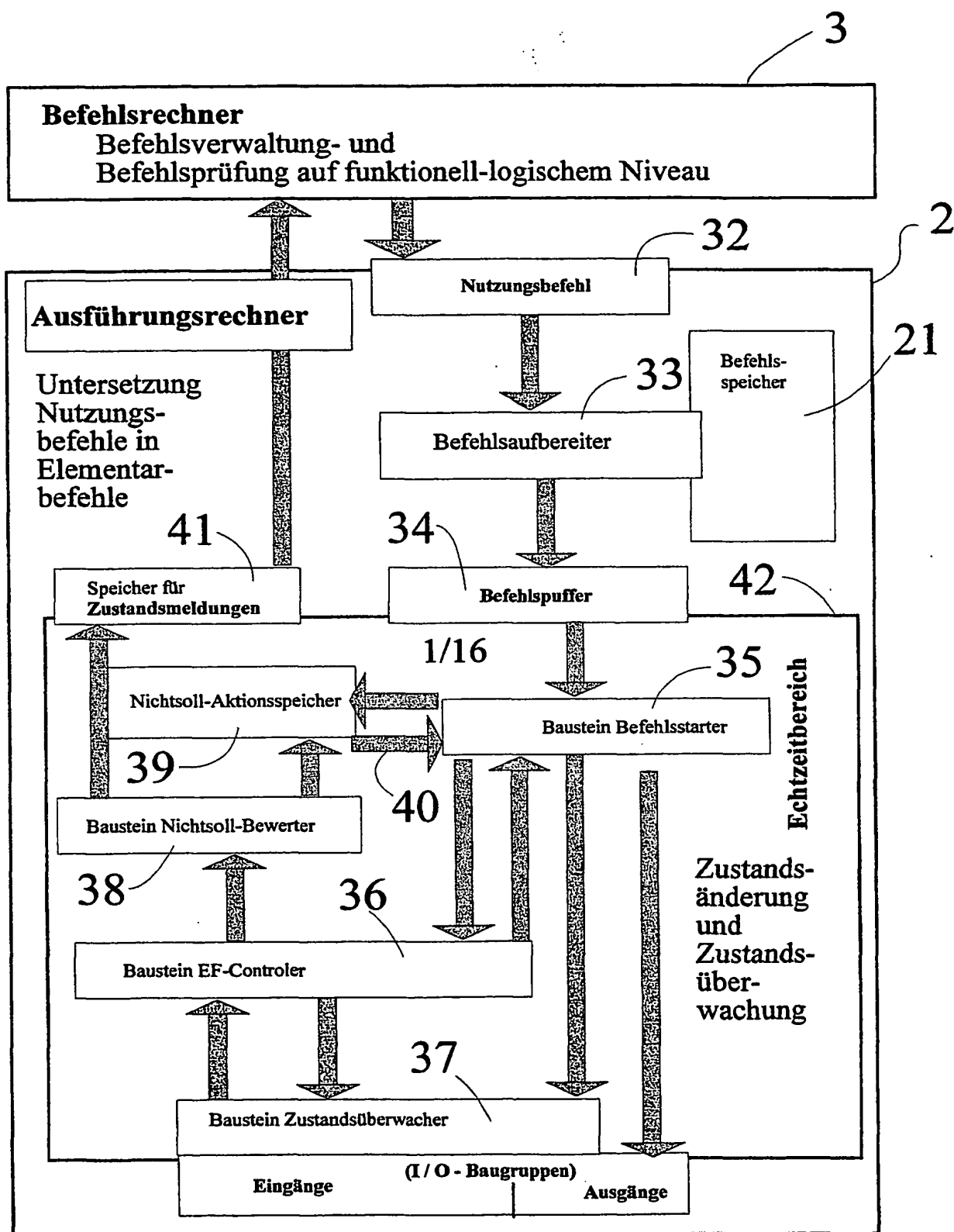
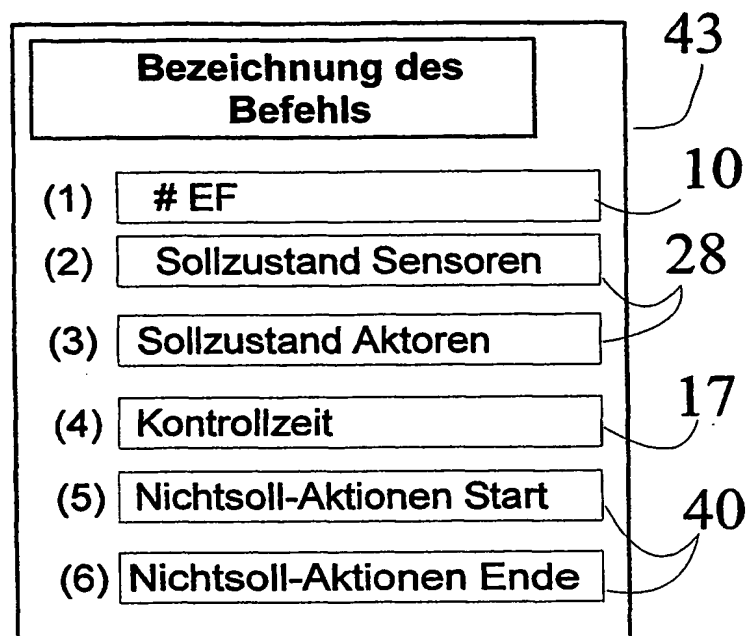


Fig. 8

This Page Blank (uspto)

**Fig. 9**

This Page Blank (uspto)

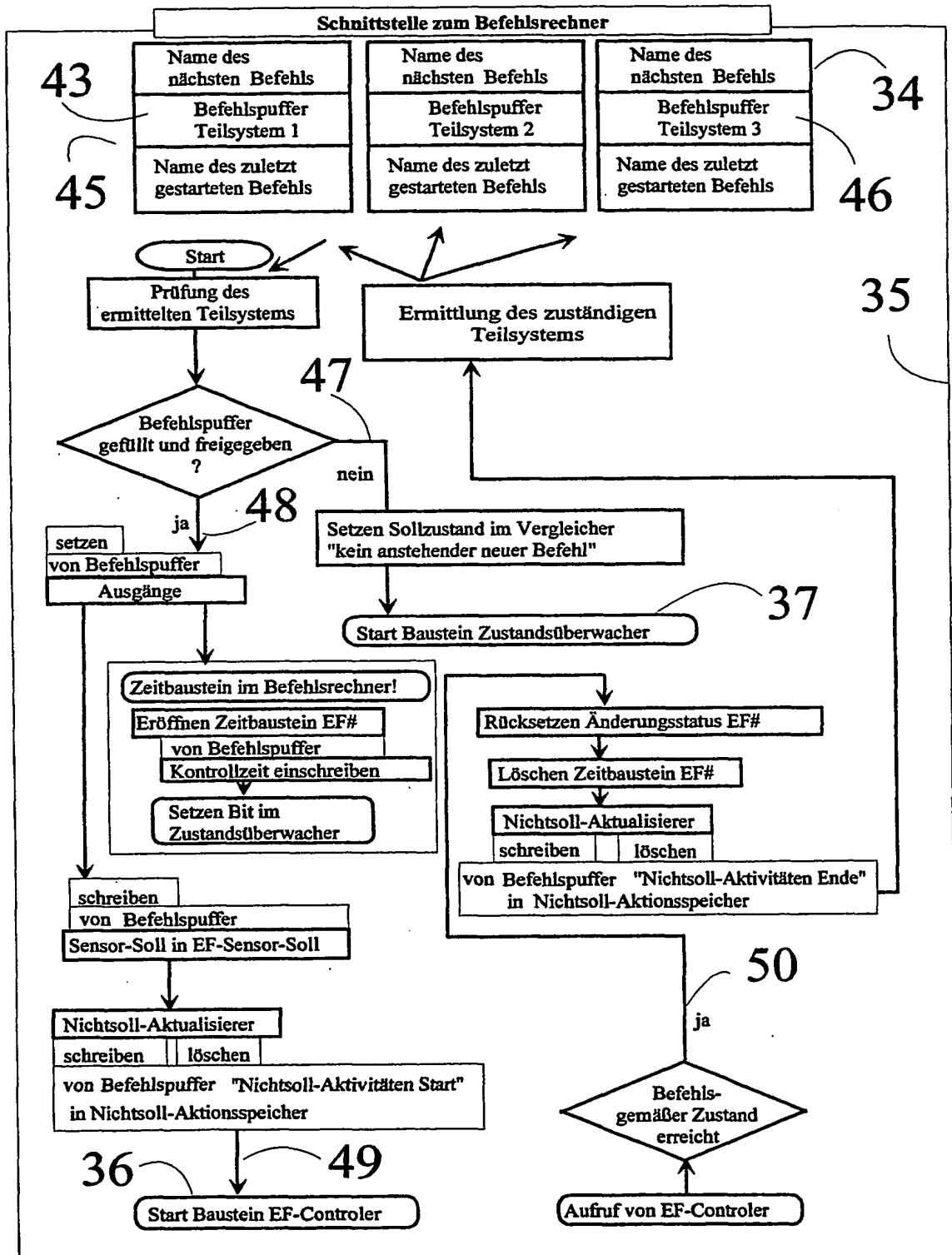


Fig. 10

This Page Blank (uspto)

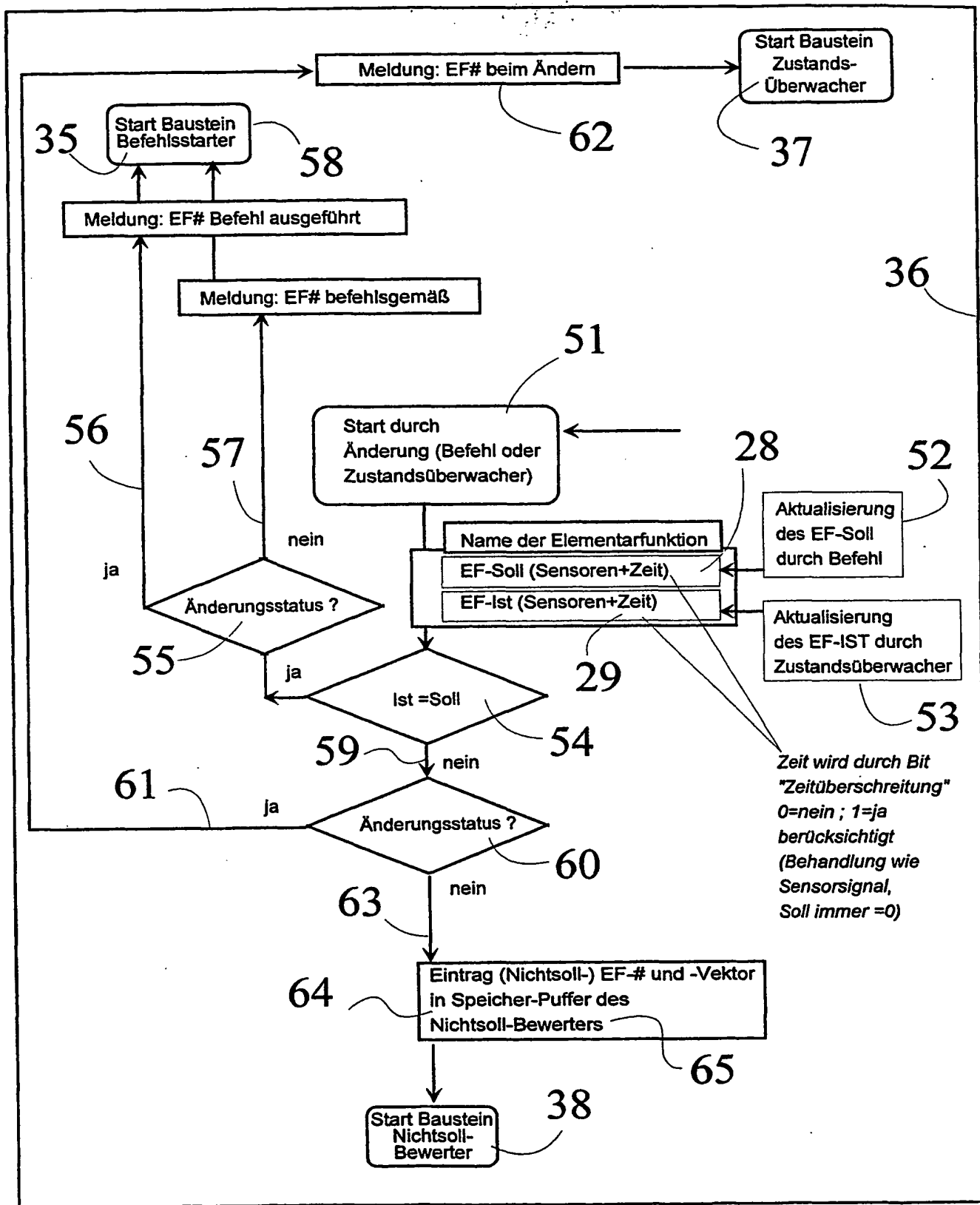


Fig. 11

This Page Blank (uspto)

9/17

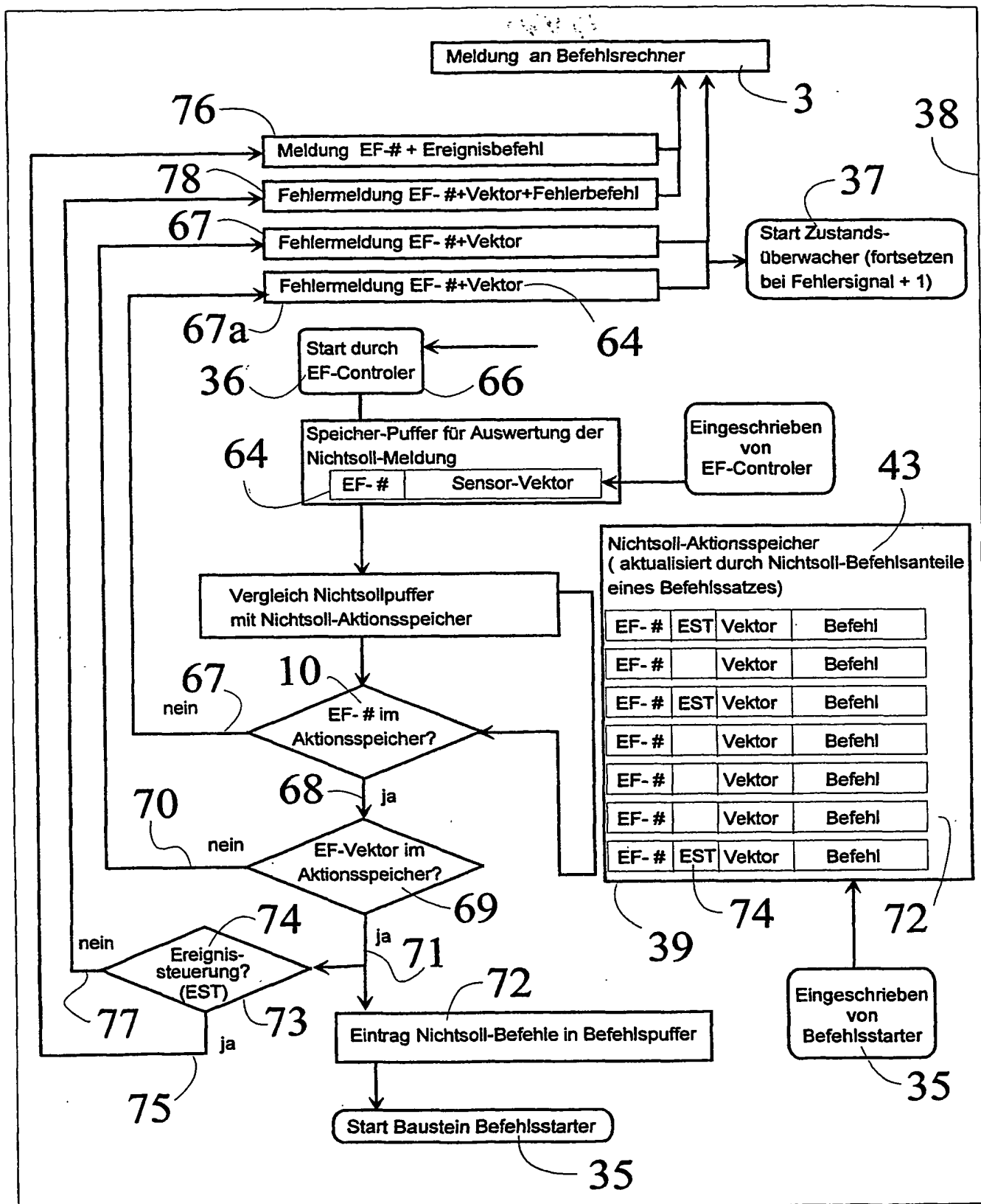


Fig. 12

This Page Blank (uspto)

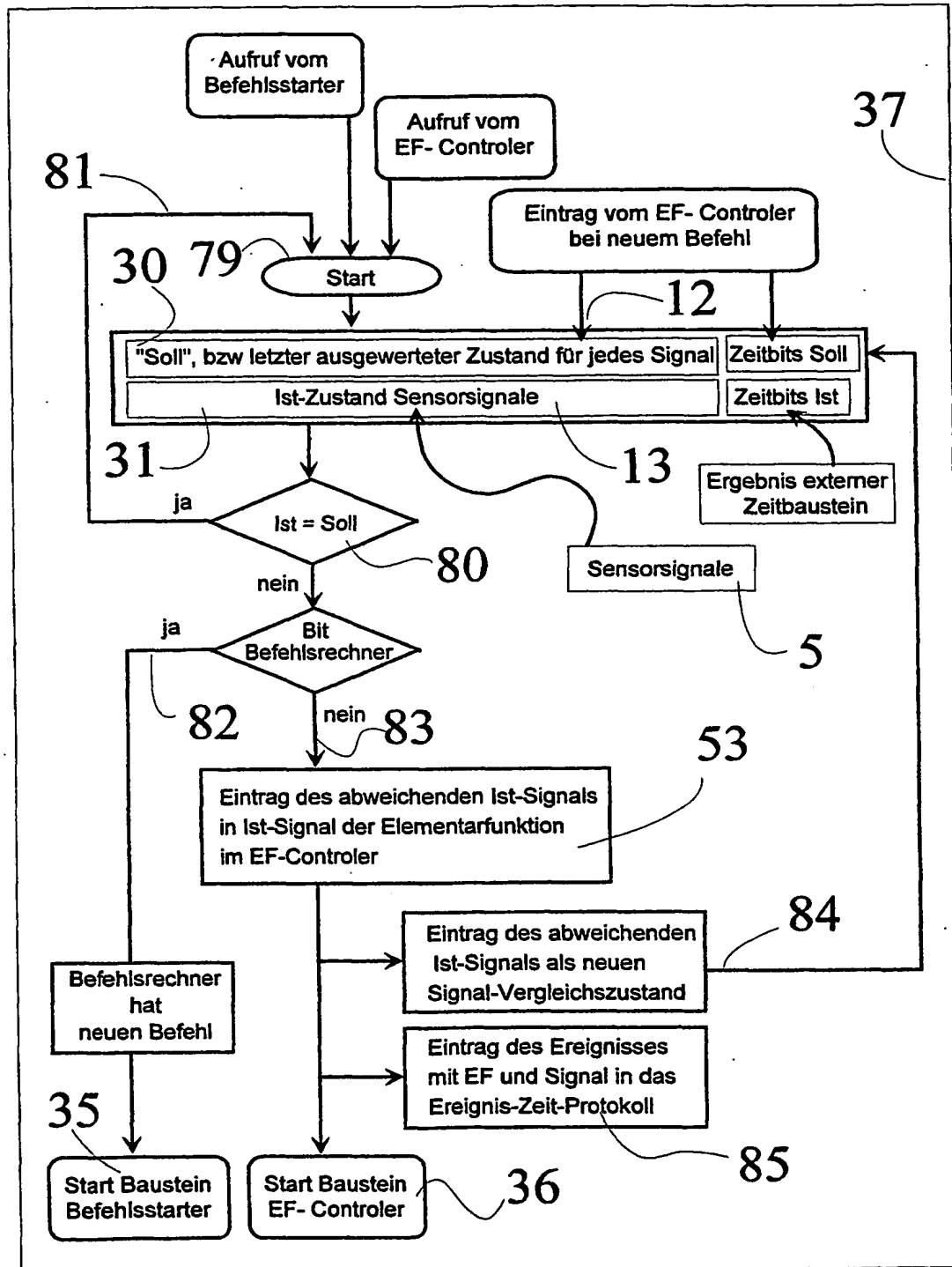


Fig. 13

This Page Blank (uspto)

85

(1)	(2)	(3)	(4)
Elementar- funktion	Signal		Systemzeit
Name	Bez.		Startzeit + ms
A11	E1	1	123,456 10E3
A12	E1	0	123,789 10E3
A11	E2	0	223,789 10E3
A21	E1	1	323,789 10E3
A22	E2	0	423,789 10E3
A22	E1	1	523,789 10E3
A21	E2	0	823,789 10E3
A23	E1	0	923,789 10E3
A31	E2	1	123,789 10E4
A11	E1	1	323,789 10E4
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○

Fig. 14

This Page Blank (uspto)

12/17

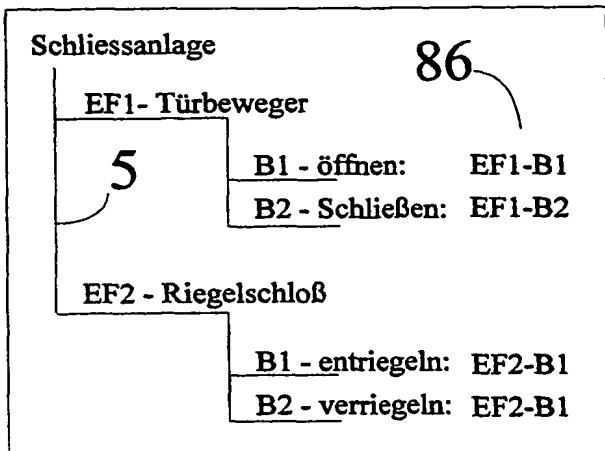


Fig. 15

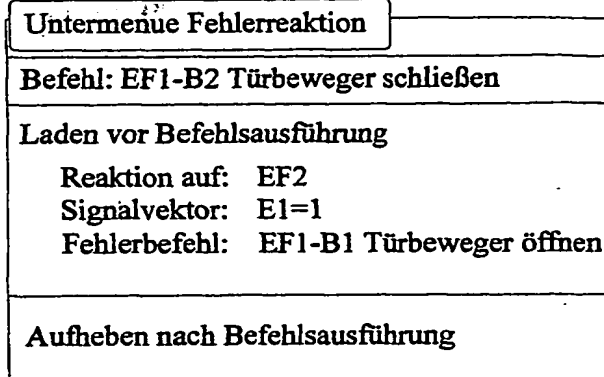


Fig. 18

Befehlsname: Tür auf		Befehlsinhalt: Tür öffnen		
Befehlsfolge:		Zu setzende Sperren		Aufzuhebende Sperren
Zu aktivierende Befehle		während der Ausführung	nach der Ausführung	während der Ausführung nach der Ausführung
EF2-B1 1.) Riegel entriegeln		EF1-B1 Türbeweger öffnen		EF1-B1 Türbeweger öffnen
EF1-B1 2.) Türbeweger öffnen		EF2-B2 Riegel verriegeln	EF2-B2 Riegel verriegeln	

Befehlsname: Tür zu		Befehlsinhalt: Tür schließen		
Befehlsfolge:		Zu setzende Sperren		Aufzuhebende Sperren
Zu aktivierende Befehle		während der Ausführung	nach der Ausführung	während der Ausführung nach der Ausführung
EF1-B2 1.) Türbeweger schließen		EF2-B2 Riegel verriegeln		EF2-B2 Riegel verriegeln
EF2-B2 2.) Riegel verriegeln		EF1-B1 Türbeweger öffnen	EF1-B1 Türbeweger öffnen	

Fig. 16

This Page Blank (uspto)

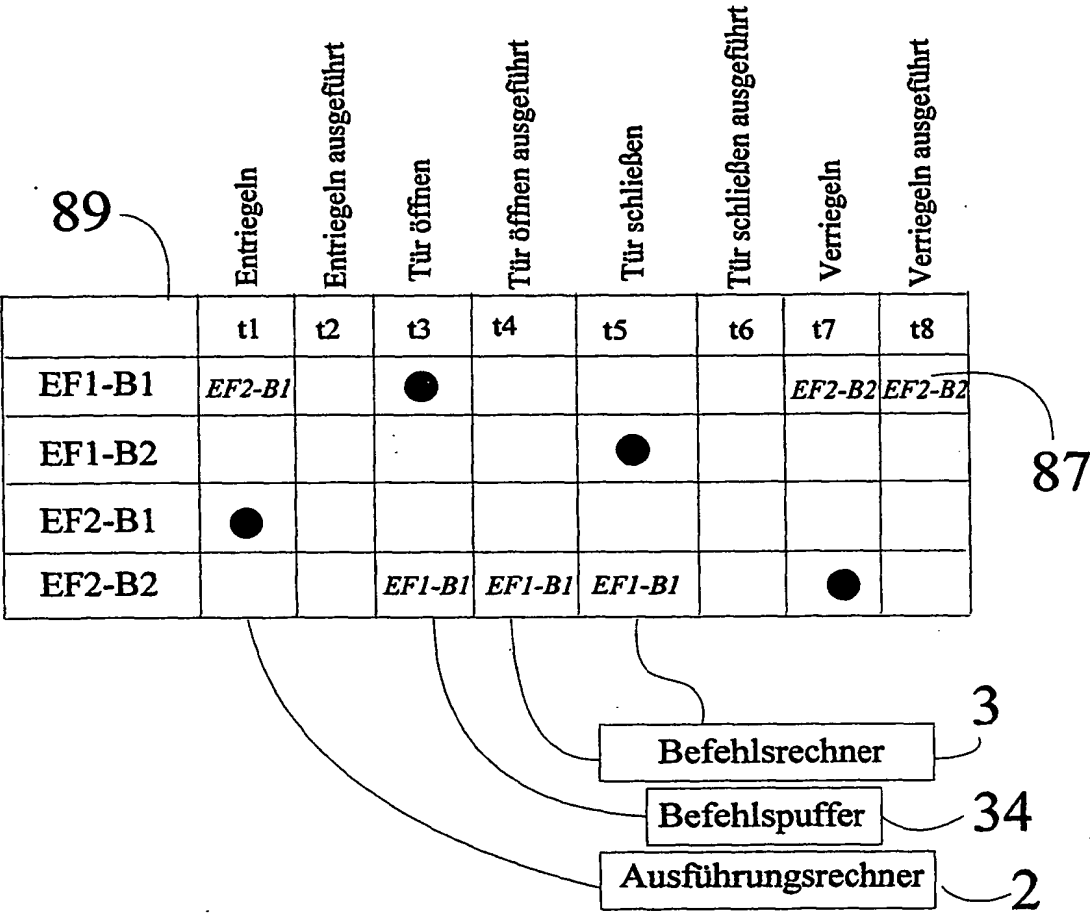
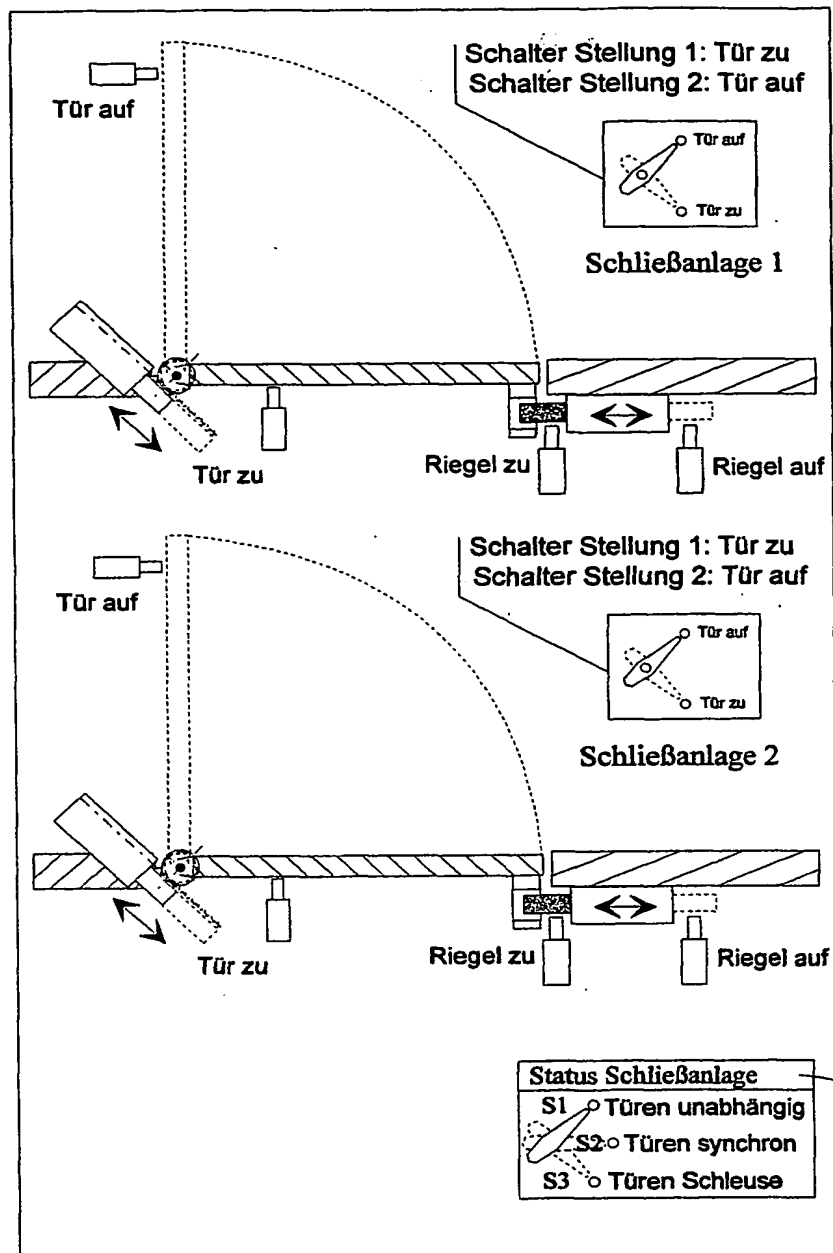


Fig. 17

This Page Blank (uspto)



90

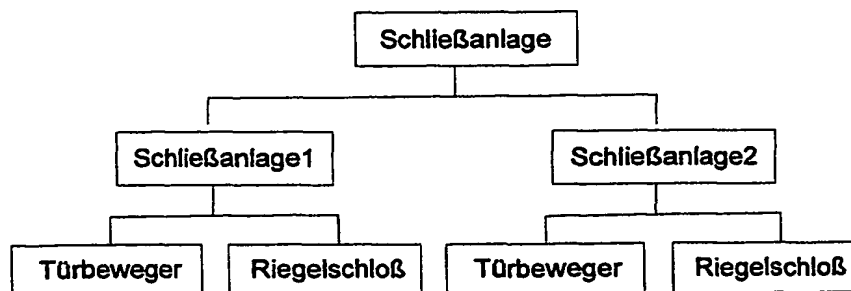
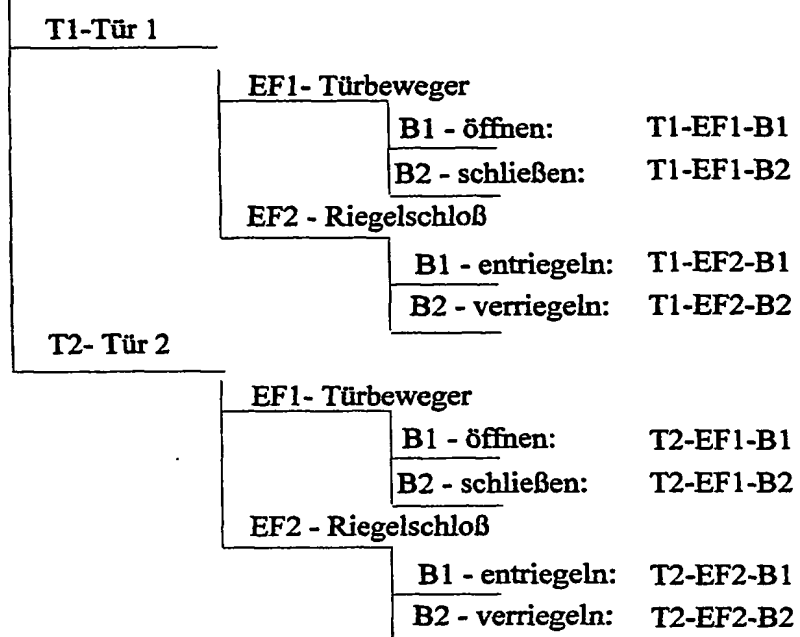


Fig. 19

This Page Blank (uspto)

Schliessanlage

**Fig. 20**

This Page Blank (uspto)

91

92

Status Schließanlage: S1 (Türen unabhängig zu bedienen)

Befehlsvorrat	Befehlsgerät	Befehlsbibliothek
Tür 1 öffnen	Tür 1 Schalter1	T1-Tür auf
Tür 1 schließen	Tür 1 Schalter2	T1-Tür zu
Tür 2 öffnen	Tür 2 Schalter1	T2-Tür auf
Tür 2 schließen	Tür 2 Schalter2	T2-Tür zu

Status Schließanlage: S2 (Türen synchron)

93

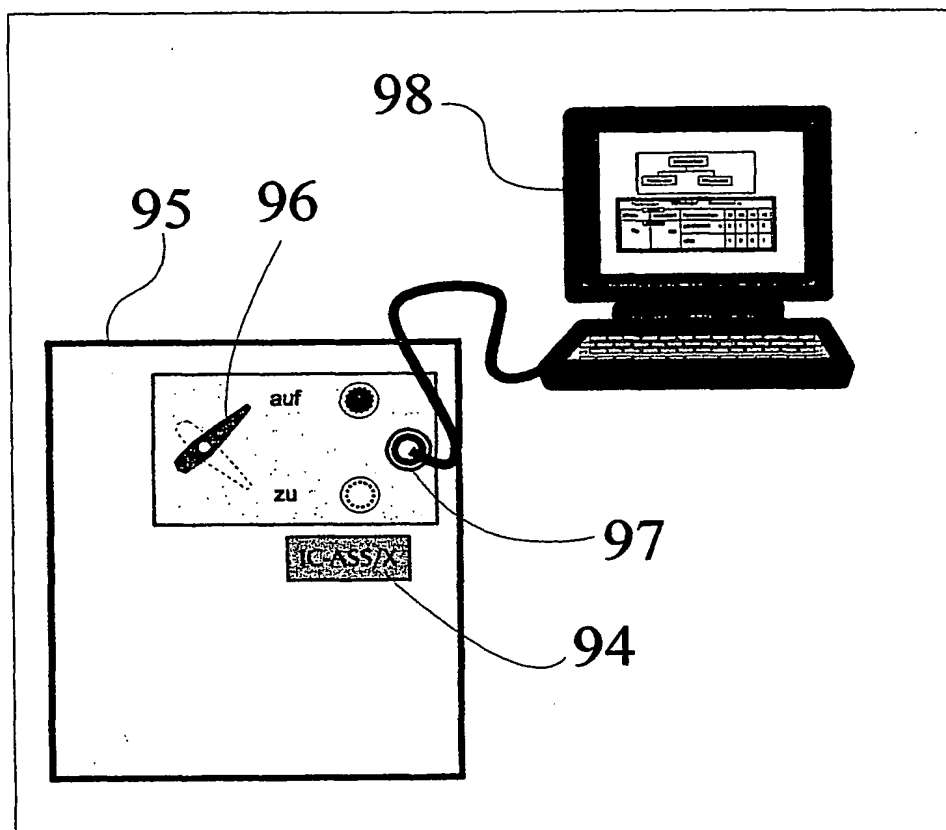
Befehlsvorrat	Befehlsgerät	Befehlsbibliothek	
Türen öffnen	Änderung von Tür-Schalter 1 oder 2	Parallelbefehl:	T1-Tür auf T2-Tür auf
Türen schließen	Änderung von Tür-Schalter 1 oder 2	Parallelbefehl:	T1-Tür zu T2-Tür zu

Status Schließanlage: S3 (Türen Schleuse)

Befehlsvorrat	Befehlsgerät	Befehlsbibliothek	während Ausführung	nach Ausführung
Türe1 öffnen	Tür 1 Schalter1	T1-Tür auf	Sperre Tür 2	Sperre Tür 2
Türe1 schließen	Tür 1 Schalter2	T1-Tür zu	Sperre Tür 2	
Türe2 öffnen	Tür 2 Schalter1	T2-Tür auf	Sperre Tür 1	Sperre Tür 1
Türe2 schließen	Tür 2 Schalter2	T2-Tür zu	Sperre Tür 1	

Fig. 21

This Page Blank (uspto)

**Fig. 22**

This Page Blank (uspto)

20/009010
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Oktober 2001 (11.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/75535 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G05B 19/042**

GROSSMANN, Knut [DE/DE]; Voglerstrasse 23, 01277
Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/01331**

(22) Internationales Anmeldedatum:

3. April 2001 (03.04.2001)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN**; Sender, Frank, Dezernat 5, SG 5.1, 01062 Dresden (DE).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, RU, US.

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:

100 17 708.5

4. April 2000 (04.04.2000) DE

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN** [DE/DE]; Dezernat 5, SG 5.1, Mommsenstrasse 13, 01069 Dresden (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:

10. Mai 2002

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MÖBIUS, Volker** [DE/DE]; Grunaer Strasse 26/606, 01069 Dresden (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

RECEIVED

JUN 07 2002

(54) Title: STATE CONTROL OF TECHNICAL SYSTEMS

Technology Center 2100

(54) Bezeichnung: ZUSTANDSSTEUERUNG VON TECHNISCHEN SYSTEMEN

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling mechanisms or technical systems, whereby the mechanisms or technical systems to be controlled are, in the elementary functions (8) thereof, stored in a controller with their states, which are defined in an instruction-appropriate manner, and with the associated signal formers of the sensors (13) and actuators (12). When initiated, a new instruction that changes the state of the mechanisms or of the technical system updates the specified state (24) for the comparison and, based on permissible transition times that are also stored, monitors the time till the acknowledgment of the instruction-appropriate new state. In addition, sensor signals and comparable information exclusively serve the state identification of elementary functions (8), state changes exclusively ensue upon the initiation of elementary instructions (16) to which the sensor and actuator signals are assigned as the specified state, and the utilization instructions (32) freely defined at the logic-functional language level are defined by the corresponding assignment of elementary instructions (16).

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Steuern von Mechanismen oder technischen Systemen, wobei die zu steuernden Mechanismen oder technischen Systeme in ihren Elementarfunktionen (8) mit deren befehlsgemäss definierten Zuständen und den zugehörigen Signalbildern der Sensoren (13) und Aktoren (12) in einer Steuerung gespeichert werden, ein den Zustand der Mechanismen oder des technischen Systems verändernder neuer Befehl mit seinem Start den Sollzustand (24) für den Vergleich aktualisiert und auf der Grundlage ebenfalls gespeicherter zulässiger Übergangszeiten die Zeit bis zur Rückmeldung des befehlsgemässen neuen Zustandes überwacht; und wobei Sensorsignale und vergleichbare Informationen ausschließlich der Zustandsidentifikation von Elementarfunktionen (8) dienen, Zustandsänderungen ausschließlich über den Start von Elementarbefehlen (16) erfolgen, denen die Sensor- und Aktor-Signale als Sollzustand zugeordnet sind und die auf logisch-funktionellem Sprachniveau frei definierten Nutzungsbefehle (32) durch entsprechende Zuordnung von Elementarbefehlen (16) definiert sind.

WO 01/75535 A3

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No

PCT/DE 01/01331

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G05B19/042

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 37 43 438 A (SIEMENS AG) 29 June 1989 (1989-06-29) column 1, line 62 -column 4, line 30; figures 1,2	1
X	DE 41 24 542 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 6 February 1992 (1992-02-06) column 2, line 43 -column 5, line 37; figures 1-5	11
X	WO 94 12914 A (SIEMENS AG ;FILKORN THOMAS (DE); NOEKEL KLAUS (DE); PETERSEN HANS) 9 June 1994 (1994-06-09) page 9-32	16

-/--



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 November 2001

Date of mailing of the international search report

26/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tran-Tien, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/01331

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 13 801 A (SIEMENS AG) 17 October 1996 (1996-10-17) cited in the application abstract ----	1-17
A	DE 44 07 334 A (LANGE REINHARD DIPL ING) 14 September 1995 (1995-09-14) cited in the application abstract ----	1-17
A	EP 0 487 117 A (LOVRENICH RODGER T) 27 May 1992 (1992-05-27) abstract ----	1-17
A	EP 0 424 869 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD ;KOMATSU MFG CO LTD (JP)) 2 May 1991 (1991-05-02) abstract ----	1-17
A	WO 98 40796 A (LIGGESMEYER PETER ;SIEMENS AG (DE)) 17 September 1998 (1998-09-17) abstract -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01331

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3743438	A	29-06-1989	DE 3743438 A1	29-06-1989
DE 4124542	A	06-02-1992	JP 4081616 A	16-03-1992
			CA 2047439 A1	25-01-1992
			DE 4124542 A1	06-02-1992
			US 5587930 A	24-12-1996
WO 9412914	A	09-06-1994	AT 148798 T	15-02-1997
			WO 9412914 A1	09-06-1994
			DE 59305419 D1	20-03-1997
			EP 0671027 A1	13-09-1995
			MX 9307398 A1	29-07-1994
DE 19513801	A	17-10-1996	DE 19513801 A1	17-10-1996
			CN 1181822 A	13-05-1998
			WO 9632667 A1	17-10-1996
			DE 59601384 D1	08-04-1999
			EP 0820610 A1	28-01-1998
			JP 11503543 T	26-03-1999
			US 6047278 A	04-04-2000
DE 4407334	A	14-09-1995	DE 4407334 A1	14-09-1995
EP 0487117	A	27-05-1992	AU 592810 B2	25-01-1990
			AU 6008286 A	22-01-1987
			BR 8603413 A	04-03-1987
			CA 1305238 A1	14-07-1992
			CA 1281106 A2	05-03-1991
			EP 0208997 A1	21-01-1987
			EP 0497010 A2	05-08-1992
			EP 0487117 A2	27-05-1992
			ES 2001378 A6	16-05-1988
			JP 62024944 A	02-02-1987
			US 4858102 A	15-08-1989
			US 5189604 A	23-02-1993
			US 5157595 A	20-10-1992
			ZA 8605387 A	25-03-1987
EP 0424869	A	02-05-1991	JP 2110034 C	21-11-1996
			JP 3137518 A	12-06-1991
			JP 8020284 B	04-03-1996
			EP 0424869 A1	02-05-1991
WO 9840796	A	17-09-1998	WO 9840796 A1	17-09-1998
			EP 0966703 A1	29-12-1999

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01331

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B19/042

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 37 43 438 A (SIEMENS AG) 29. Juni 1989 (1989-06-29) Spalte 1, Zeile 62 - Spalte 4, Zeile 30; Abbildungen 1,2	1
X	DE 41 24 542 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 6. Februar 1992 (1992-02-06) Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildungen 1-5	11
X	WO 94 12914 A (SIEMENS AG ; FILKORN THOMAS (DE); NOEKEL KLAUS (DE); PETERSEN HANS) 9. Juni 1994 (1994-06-09) Seite 9-32	16
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. November 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tran-Tien, T

INTERNATION/ ER RECHERCHENBERICHT

Int. onales Aktenzeichen
PCT/DE 01/01331

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 13 801 A (SIEMENS AG) 17. Oktober 1996 (1996-10-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ----	1-17
A	DE 44 07 334 A (LANGE REINHARD DIPL ING) 14. September 1995 (1995-09-14) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ----	1-17
A	EP 0 487 117 A (LOVRENICH RODGER T) 27. Mai 1992 (1992-05-27) Zusammenfassung ----	1-17
A	EP 0 424 869 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD ;KOMATSU MFG CO LTD (JP)) 2. Mai 1991 (1991-05-02) Zusammenfassung ----	1-17
A	WO 98 40796 A (LIGGESMEYER PETER ;SIEMENS AG (DE)) 17. September 1998 (1998-09-17) Zusammenfassung -----	1-17

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01331

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3743438 A	29-06-1989	DE 3743438 A1	29-06-1989
DE 4124542 A	06-02-1992	JP 4081616 A	16-03-1992
		CA 2047439 A1	25-01-1992
		DE 4124542 A1	06-02-1992
		US 5587930 A	24-12-1996
WO 9412914 A	09-06-1994	AT 148798 T	15-02-1997
		WO 9412914 A1	09-06-1994
		DE 59305419 D1	20-03-1997
		EP 0671027 A1	13-09-1995
		MX 9307398 A1	29-07-1994
DE 19513801 A	17-10-1996	DE 19513801 A1	17-10-1996
		CN 1181822 A	13-05-1998
		WO 9632667 A1	17-10-1996
		DE 59601384 D1	08-04-1999
		EP 0820610 A1	28-01-1998
		JP 11503543 T	26-03-1999
		US 6047278 A	04-04-2000
DE 4407334 A	14-09-1995	DE 4407334 A1	14-09-1995
EP 0487117 A	27-05-1992	AU 592810 B2	25-01-1990
		AU 6008286 A	22-01-1987
		BR 8603413 A	04-03-1987
		CA 1305238 A1	14-07-1992
		CA 1281106 A2	05-03-1991
		EP 0208997 A1	21-01-1987
		EP 0497010 A2	05-08-1992
		EP 0487117 A2	27-05-1992
		ES 2001378 A6	16-05-1988
		JP 62024944 A	02-02-1987
		US 4858102 A	15-08-1989
		US 5189604 A	23-02-1993
		US 5157595 A	20-10-1992
		ZA 8605387 A	25-03-1987
EP 0424869 A	02-05-1991	JP 2110034 C	21-11-1996
		JP 3137518 A	12-06-1991
		JP 8020284 B	04-03-1996
		EP 0424869 A1	02-05-1991
WO 9840796 A	17-09-1998	WO 9840796 A1	17-09-1998
		EP 0966703 A1	29-12-1999

This Page Blank (uspto)